东海陆架新生代古生物群

微体古植物分册

地质矿产部海洋地质综合研究大队
中国地质科学院地质研究所

地质出版社

东海陆架新生代古生物群

微体古植物分册

地质矿产部海洋地质综合研究大队
中国地质科学院地质研究所

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书系统描述了东海陆架新生代地层和包括孢子花粉、沟鞭藻、轮藻、硅藻、钙质超微化石、有孔虫、介形类、软体动物等8个门类在内的古生物群，讨论了化石组合（带）的特征、地质时代、沉积环境和古气候。这不仅对东海陆架盆地新生界的划分、对比及地层时代的确定有非常重要的意义，而且对我国南北海域陆架新生界的划分、对比也有很大帮助。它将为我国海域新生代地质、古生物研究，油气资源和其他沉积矿产的调查和开发提供重要的依据。书中附有图版182幅。全书分微体古植物、古动物两个分册出版，本册为《微体古植物分册》。

本书可供广大地质、古生物工作者和有关科研、教学人员参考。

东海陆架新生代古生物群

微体古植物分册

地质矿产部海洋地质综合研究大队
中国地质科学院地质研究所

责任编辑：荣灵璧　邬秀荣
地质出版社出版发行
（北京和平里）
地质出版社印刷厂印刷
（北京海淀区学院路29号）
新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092 1/16 印张：20.625 插页：24页 铜版图：54页 字数：486000
1989年7月北京第一版·1989年7月北京第一次印刷
印数：1—870册 国内定价：15.45元
ISBN 7-116-00345-2/P·301

前　言

东海海域（包括三角洲、大陆架和海槽）位于东经120—128°、北纬25—32°之间。

从1974年起，海洋地质调查局在此海域开展了海洋地质、地球物理综合调查。发现该区存在着三个呈北北东向展布的新生代沉积盆地，其中东海陆架盆地最大，面积达28万多平方公里。

从1980年开始，我国在此海域进行了石油、天然气地质普查和勘探工作。1980—1982年地质矿产部在东海大陆架的龙井构造带打了龙井一井、龙井二井，石油工业部打了东海一井。通过钻探发现了较丰富的孢子花粉及少量其它门类的微体化石，据此初步建立了以陆相沉积为主的上始新统至第四系各组段地层层序。此后上述两个部门的孢粉人员与中国科学院南京地质古生物究研所的有关同志合作对所获得的孢粉资料进一步做了系统的整理和研究，所撰写的专著已于1985年出版。

从1983年起，地质矿产部又在陆架盆地、长江三角洲和冲绳海槽打了许多深井及浅钻。地质矿产部海洋地质综合研究大队与中国地质科学院地质研究所共同对钻探所揭露出的岩样进行了多门类化石的分析研究。通过这阶段进一步的钻探和研究又获得了许多重大的突破性进展：发现了更为丰富的多门类微体古生物化石，建立了比较齐全的化石组合（或化石带）序列；详细划分和完善了新生代地层层序；发现和论证了研究区确实存在着一套古新世和始新世海相沉积，为探讨东海的油源提供了新的依据。这充分展示出东海陆架盆地是一个有丰富油气资源和良好开发前景的沉积盆地。在对东海新生代多门类微体古生物化石进行了全面、系统研究的基础上，编写成现名为《东海陆架新生代古生物群》的专著。

本专著较详细叙述了第三系和第四系各群、组、段的岩性及其变化；论述了孢子花粉、沟鞭藻、轮藻、硅藻、钙质超微化石、有孔虫、介形虫、软体动物等8个门类化石组合（或带）的特征、变化和分布规律，探讨了其地质时代和生态环境等。共描述各门类化石554个属，1382个种，并附图版182幅。由于本书资料丰富，篇幅较大，故分为微体古植物分册和古动物分册两个分册出版。

本专著不仅对东海新生代地层、古生物、沉积环境和有关沉积矿产的进一步研究具有实际应用价值和理论指导意义，而且由于东海位于黄海和南海之间，生物群的过渡性质较明显，沉积和矿产的形成环境也有较密切的联系，因此本书对我国南、北海域相同时代的地层、古生物群和有关矿产的研究及对世界其它海域类似课题的研究都有重要的参考价值。

本书是一项集体研究成果，除各章节的执笔人已署名外，参加工作的还有海洋地质综合研究大队的勘探技术人员、工人和该队以及地质研究所的有关辅助工作人员。他们在采样、样品分析、磨片、扫描电镜、照相、绘图、打字等方面做出了贡献。在工作和编书过程中，得到了两单位各级领导的关怀和支持。杨遵仪、周志武、金德祥、程兆第、汪品先、王开发、孙湘君、茅绍智、陈德琼、段威武、周修高等同志对初稿进行了审阅并提出

了宝贵意见。在此一并致以衷心的感谢。

英文摘要由赵英娘校阅或代译。全书由杨基端、孙孟蓉、刘宗芸、李增瑞汇总和审定。

本书编写委员会由下列人员组成：主编杨基端、副主编孙孟蓉、李增瑞、刘宗芸，编委王乃文、王崇友、黄成彦、余静贤、刘俊英、李云通。

目　录

前言

第一章　地层……刘宗芸（1）

一、地层概况……（1）

二、古生物群特征及其地质时代……（2）

第二章　古生物分述……（6）

一、孢子花粉……孙孟蓉、孙秀玉、赵英娘、王大宁、李增瑞、胡仲衡、徐金荣、梅鹏飞（6）

（一）孢粉组合特征及地质时代……（6）

（二）古植物群及古气候……（36）

（三）属种描述……（40）

二、沟鞭藻……余静贤（112）

（一）台北坳陷第三纪沟鞭藻……（113）

（二）浙东坳陷第三纪沟鞭藻……（122）

（三）沉积环境探讨……（122）

（四）属种描述……（124）

三、轮藻……刘俊英（160）

（一）化石组合特征及其时代……（160）

（二）属种描述……（162）

四、硅藻……（165）

长江三角洲第四纪晚期硅藻植物群……黄成彦（165）

（一）硅藻植物群的分布及其特征……（165）

（二）硅藻植物群与海进海退、古生态、古环境……（168）

（三）几个有关问题……（169）

冲绳海槽第四纪硅藻组合及其地质意义……李家英（170）

（一）硅藻组合……（171）

（二）地质时代讨论……（177）

属种描述❶……（178）

五、钙质超微化石……王崇友、黄卫（202）

（一）钙质超微化石特征与地质时代……（202）

（二）古环境讨论……（208）

（三）属种描述……（209）

参考文献……（245）

英文摘要……（253）

图版说明及图版……（269）

❶ 硅藻属种描述部分原由黄成彦、李家英分别完成，后根据需要由主编进行了汇编。

Contents

Preface

Chapter 1. Stratigraphy ..... *Liu Zongyun* (1)

I. Brief account of the stratigraphy ..... (1)

II. Characteristic of the palaeontology and the geological age..... (2)

Chapter 2. Description of the Palaeontology ..... (6)

I. Sporo-pollen.....

..... *Sun Mengrong, Sun Xiuyu, Zhao Yingniang, Wang Daning, Li Zengrui, Hu Zhongheng, Xu Jinrong, Mei Pengfei* (6)

1. Characteristic of Sporo-pollen assemblages and their geological age ..... (6)

2. Paleoflora and Paleoclimate ..... (36)

3. Description of the genera and species..... (40)

II. Dinoflagellates .....*Yu Jingxian*(112)

1. Characteristic of the Dinoflagellate assemblages .....(113)

2. The study on the geological age .....(122)

3. The study on the depositional environment.....(122)

4. Description of the genera and species.....(124)

III. Charophyte..... *Liu Junying*(160)

1. The characteristic of the fossil assemblages and their geological age.....(160)

2. Description of the genera and species.....(162)

IV. Diatom.....(165)

Late Quaternary Diatom Flora of Yangtze Delta.....*Huang Chengyan*(165)

1. The distribution and characteristic of the Diatom flora.....(165)

2. Diatom flora and marine transgression, regression, paleoecology and paleoenvironment .....(168)

3. Several questions .....(169)

The Diatom assemblages of the Quaternary from Okinawa Trough and their geological significance .....*Li Jiaying*(170)

1. The Diatom assemblages .....(171)

2. The discussion on the geological age.....(177)

Description of the genera and species .....(178)

V. Calcareous Nannofossils.....*Wang Chongyou, Huang Wei*(202)

1. Characteristic and geological age of the Calcareous Nannofossil.....(202)

2. The discussion on the Paleoenvironment.....(208)

3. Description of the genera and species.....(209)

References .....(245)

Abstract in English.....(253)

Explanation of the Plates and Plates.....(269)

第一章 地 层

一、地 层 概 况

本文资料来源于地质矿产部海洋地质调查局所钻探的5口钻井的岩心和岩屑样品，以及海洋地质调查所获得的部分表层样品。

东海陆架盆地的浙东坳陷第三系以陆相沉积为主，属淡水或半咸水湖泊环境，偶有海相或海泛夹层。台北坳陷的第三系以海相沉积为主，滨海及浅海生物发育。第四系在整个东海为浅海相沉积。

现将本区的地层层序与岩性综合叙述如下（见表1）：

元古界 温东群

黑灰色黑云母角闪斜长片麻岩。

下第三系

古新统灵峰组

该组分布于台北坳陷，其岩性可分为上、下两段。下段为深灰、浅灰色粉砂质泥岩，泥岩，灰质粉细砂岩，灰白色灰质粉砂岩，底部为厚2m的浅灰色生物碎屑灰岩；上段由四个旋迴组成，岩性为浅灰色粉细砂岩，白云质细砂岩，粗砂岩及深灰、灰黑色泥岩，炭质泥岩夹煤层。灵峰组化石丰富，主要有钙质超微化石、有孔虫、沟鞭藻、介形类及孢子花粉等化石。与下伏温东群呈角度不整合接触。

始新统瓯江组

该组分布于台北坳陷，为浅海相沉积。岩性分上、中、下三段。下段为浅灰色含砾中粗砂岩夹浅灰色细砂岩、粉砂岩、白云质粉细砂岩、砂质白云岩、灰色粉砂质泥岩；中段为浅灰色含生物碎屑粉砂岩夹灰白色生物碎屑灰岩、粉砂质泥岩、灰质粉细砂岩；上段为绿灰色泥质粉细砂岩夹浅灰色灰质粉砂岩、绿灰色粉砂质泥岩，本段底部为浅灰色灰质中砂岩及含砾中砂岩。本组的中、上段化石丰富，有孢粉、沟鞭藻、钙质超微化石、有孔虫、介形类等。与下伏地层灵峰组呈角度不整合接触。

始新统平湖组

该组分布于浙东坳陷，以陆相沉积为主，夹薄层海相沉积或海泛沉积。岩性分上、下两段。下段为灰、深灰、黑灰色泥岩、灰质泥岩、粉砂质泥岩与浅灰、灰白色细砂岩、粉砂岩、灰质粉砂岩呈不等厚互层，夹煤层；上段为浅灰、深灰色粉砂质泥岩，粉砂岩夹浅灰色灰质粉细砂岩，黄灰色白云质泥岩。本段煤层比下段发育。本组富含孢粉，并有多层有孔虫及沟鞭藻、介形类化石。本组地层揭露不全，与瓯江组的关系不明。

渐新统花港组

该组分布于浙东坳陷。岩性变化大，可分为两段，下段为灰、深灰、褐灰色泥岩、灰质泥岩、粉砂岩夹灰白色细砂岩，薄层泥晶灰岩；上段为深灰色、绿灰色泥岩、浅灰色粉

细砂岩夹炭质页岩、煤层。龙井构造带花港组由厚层灰白色砂岩夹薄层深灰色泥岩、黑灰色页岩组成。本组含有孔虫、介形类、软体动物、孢粉等化石。与下伏平湖组呈角度不整合或平行不整合接触。

上第三系

中新统海龙井组

分布于浙东坳陷。岩性分为上、下两段，下段由灰、深灰、紫灰、绿灰色泥岩、粉砂质泥岩与浅灰、灰白色泥质粉砂岩、细砂岩互层夹页岩、炭质页岩、煤层组成。上段为灰、深灰、绿灰色泥岩，粉砂质泥岩，灰白、浅灰色粉细砂岩夹灰黑色页岩、炭质页岩夹煤层。本组含孢粉、轮藻化石。与下伏花港组呈平行不整合接触。

中新统玉泉组

广泛分布于浙东坳陷及台北坳陷，浙东坳陷玉泉组的沉积厚而且岩性细，台北坳陷西部沉积薄。玉泉组岩性分上、下两段，下段为深灰、绿灰、紫灰色泥岩，深灰色页岩、炭质页岩、沥青质页岩夹灰白色粉砂岩，煤层发育。上段为灰黄、绿灰、深灰、棕色泥岩与黄灰、灰白色泥质粉砂岩、粉砂岩互层夹褐煤层。本组孢粉化石丰富，局部含有孔虫、沟鞭藻及介形类化石。浙东坳陷玉泉组与下伏海龙井组呈平行不整合接触；台北坳陷本组与下伏瓯江组呈角度不整合接触。

上新统三潭组

广泛分布于台北及浙东坳陷，由两个沉积旋迴组成。下段为绿灰、棕灰色泥岩夹黄灰、绿灰色泥质粉砂岩、灰白色中粗砂岩夹褐煤层。上段为黄灰、棕灰、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩、灰白色含砾砂岩。本组含孢粉、有孔虫、介形类及腹足类、双壳类化石。与下伏地层呈区域性角度不整合接触。

第四系东海群

广泛分布于东海，由浅灰色粉砂质粘土、粘土质粉细砂、粘土组成，底部为含砾砂层，富含生物碎屑。东海群海相化石丰富，含腹足类、双壳类、有孔虫、介形类、钙质超微化石、炭化木及孢子花粉等。与下伏三潭组呈平行不整合接触。

二、古生物群特征及其地质时代

1．灵峰组

灵峰组含有丰富的海相化石，包括有孔虫、钙质超微化石、沟鞭藻以及介形类、孢粉。底栖有孔虫有两个组合带：即 *Ammodiscus ambiguus-Silicosigmoilina californica* 和 *Haplophragmoides lingfengensis-Elphidium tikutoensis*；浮游有孔虫数量较多的有：*Globorotalia*(*G.*)*ehrenbergi*, *G.*(*G.*) *pseudomenardii*, *G.*(*Morozovella*)*aequa aequa* 等；还包括了Blow(1959, 1979) 国际浮游有孔虫P_3—P_7化石带的主要化石，上述有孔虫分布于中上古新统相当于他奈丁阶（Thanetian）和浪丁阶（Londinian）。

钙质超微化石有与马廷尼（Martini, 1971）国际钙质超微化石带NP5—NP9五个带可以对比的化石，以 *Fasciculithus-Toweius* 为主的组合，*Fasciculithus* 多数种出现于中上古新统，如 *F. tympaniformis*、*F. aubertae*、*F. bobii*。*Toweius eminens* 为世界各地上古新统常见种。台湾THS-1井与WG-1井发现有NP5—NP9带钙质超微化石（纪文荣，1984），

说明灵峰组与台湾地区上述两口钻井中所发现的中上古新统可以对比。

沟鞭藻为*Ascodinium orbiculatum-Trithyrodinium evittii*组合带，以*Ascodinium*最发育。*Ascodinium orbiculatum, Trithyrodinium evittii* 曾出现于美国加利福尼亚古新统。*Cordosphaeridium* cf. *inodes*出现于法国北部、西班牙北部、加拿大东部以及澳大利亚古新统。

孢粉以三孔类型的花粉占优势，主要有*Lingfengpollis*, Myricaceae 等。分为三个组合：*Lingfengpollis-Momipites-Taxodiaceaepollenites* 组合，其时代为早古新世；Myricaceae-*Cupuliferoipollenites-Taxodiaceae pollenites* 组合，其时代为中古新世；Myricaceae-*Tiliaepollenites-Nyssapollenites*组合，其时代为晚古新世。

上述生物群中仅有*Lingfengpollis-Momipites-Taxodiceaepollenites* 孢粉组合的时代为早古新世，而大部分生物群所反映的时代为中、晚古新世，因此目前灵峰组的时代暂时确定为古新世中晚期。

2．瓯江组

瓯江组海相化石较灵峰组丰富，特别是有孔虫局部呈层状分布，个体大。底栖有孔虫分为三个组合带：*Cibicides cookei-Cibicidoides midwayensis, Discocyclina sowerbyi-Nummulites nuttali*和*Nummulites baguelensis-N. donghaiensis*。第一、二组合带见于美国始新统，第二组合带还见于新疆塔里木盆地始新统，*Discocyclina*与*Nummulites*在特提斯地区始新统经常出现，我国台湾和西藏始新统也有分布。浮游有孔虫数量较多的有：*Subbotina bakeri, Pseudohastigerina wilcoxensis, Globorotalia (Turborotalia) pseudogriffinae, G. (Acarinina) interposita* 以及国际浮游有孔虫P7—P11带的化石，上述有孔虫化石分布于中下始新统相当于库依兹阶（Cuisian）及路坦丁阶（Lutetian）。

钙质超微化石包括了国际超微化石带NP12—NP14带化石。以*Reticulofenestra-Zygrhabithus-Discoaster-Chiasmolithus-Transversopontis* 为组合，主要分子有：*Discoaster lodoensis, Chiasmolithus solitus, Zygrhabithus bijuatus, Transversopontis pulchra*。其时代为早、中始新世。

沟鞭藻有五个组合带，*Homotryblium pallidum-Fibrocysta fibrosa*组合带，以刺孢科的*Homotryblium*占优势，并与管球藻科的*Adnatosphaeridium*及心球藻科的*Fibrocysta*组成；*Areoligera* cf. *senonensis-Thalassiphora delicata*组合带，以*Areoligera* cf. *senonesis* 占优势，该两个组合带分布于瓯江组下部，组合带中多数种在欧洲、北美、澳大利亚始新统分布颇广，组合中优势种*Homotryblium pallidum, H. tenuispinosum*记载于英国下始新统的伦敦粘土层以及加拿大、西班牙东部沿岸下始新统；*Fibrocysta radiata* 出现于比利时及法国北部下始新统。本组合可与英国南部伦敦粘土层的沟鞭藻组合对比，时代属早始新世。*Kisselovia reticulata-Cyclopsiella vieta*及*Rhombodinium draco-Schematophora spciosa*两个组合分布于瓯江组中部，以*Wetzeliella*居首，*Kisselovia* 次之，本组合多数属种常见于中始新统，与英国南部中始新统 Bracklesham 层的沟鞭藻组合可以对比。*Thalassiphora eocenica-Batiacasphaera micropapillata* 组合带分布于瓯江组上部，以*Thalassiphora eocenica*占优势，本组合中多数种为英国、澳大利亚始新世晚期经常出现的分子，也有较多从中、下始新统延续来的属种。本组合时代为晚始新世早期。

孢粉有两个组合：Myricaceae-*Cupuliferoipollenites* 组合，其中三沟、三孔沟类型

的花粉含量较高，时代为始新世早期。*Quercoidites-Cupuliferoipollenites-Tricolporopollenites* 组合，本组合中三沟、三孔沟类型花粉大量出现，并含有热带—亚热带分子，时代为始新世中期。

介形类为*Loxoconcha-Paijenborchella*组合。

根据上述生物群的资料，瓯江组的时代应属始新世早中期。

3．平湖组

平湖组以陆相生物群为主，含丰富的孢粉化石，其组合为 *Lygodiumsporites-Alnipollenites-Taxodiaceaepoll enites-Gothanipollis*。本组合中 *Lygodiumsporites* 孢子占优势．时代为中晚始新世。

底栖有孔虫为两个组合带：*Nonionella alabamensis-Triloculina alabamensis*及*Anomalina pinghuensis-Nonionella hanheni spissa*。还有 *Noninon tallahattensis, Haplophragmoides praecarinatum, Nonionella hankeni byramensis* 三个富集带。其时代为中晚始新世。

本组地层中含有少量始新世的沟鞭藻化石 *Cordosphaerdium fibrospinosum, Achilleodinium biformoides, Phthanoperidinium tritonium, P. multispinum*等。

介形类为 *Sinocypris-Candona* 组合，该组合与苏北地区阜宁群和戴南组介形类近似。

综合上述化石资料，平湖组的时代为始新世。若与瓯江组化石资料比较，平湖组的地层时代略晚，可能为始新世中晚期。

4．花港组

花港组孢粉化石较丰富，包括两个组合，*Taxodiaceaepollenites-Alnipollenites-Pinuspollenites*组合中*Taxodiaceaepollenites*可达40%，喜温湿的落叶阔叶树种大量出现，该组合分布于花港组下部，时代为早中渐新世。*Quercoidites-Pinuspollenites-Magnastriatites-Trilobapollis*组合中*Quercoidites* 占优势，*Trilobapollis, Tricolporopollenites steirensis*等为本区发展的最盛期，出现*Proteacidites spiniformis*和*P. verruciformis* 等特征分子，该组合分布于花港组上段，时代为晚渐新世。

有孔虫包括：*Elphidium fissurisuturalum, Nonion roemeri, Elphidium rischtanicum, Haplophragmoides carinatum, Saccamminoides subcarpathicus*五个富集带。其时代为渐新世。

介形类为*Chinocythere-Candoniella*组合，*Chinocythere* 为华北沙河街组和东营组的典型化石，其时代为渐新世。

本组上部还含有软体动物：*Taiwancorbicula elliptica*及*Semisulcospira* sp.，时代为渐新世。

轮藻化石很少，有*Raskyaechara pinghuensis, R. baxianensis, Maedlerisphaera ulmensis, Krassavinella lagenalis*，其时代为渐新世。

依据上述生物群的资料，花港组的时代确定为渐新世。

5．海龙井组

海龙井组含丰富的孢粉化石，其他门类化石少。孢粉分为两个组合，*Pinuspollenites-Sporotrapoidites* 组合以*Sporotrapoidites*含量最高，分布于海龙井组下段。*Piceaepolle-*

*nites-Ulmipollenites*组合，分布于海龙井组上段。该两组合的时代为早中新世。

本组中含有少量轮藻*Sphaerochara inconspicua, Krassavinella lagenalis, Charites* cf. *paratriangularis*其时代为早中新世。

6．玉泉组

玉泉组孢粉有两个组合：*Rutaceoipollis-Tricolporopollenites*组合分布于玉泉组下段，时代为中中新世。*Magnastriatites-Liquidambarpollenites*组合分布于玉泉组上段，时代为晚中新世。

玉泉1井玉泉组含有孔虫：*Spirosigmoilinella compressa*，*Ammonia confertitasta*, *A. beccarii*，其时代为中新世。该组中还含有沟鞭藻*Operculodinium wallii*，*O. centrocarpum*，*Polysphaeridium* sp.，*Batiacasphaera*等。

灵峰1井玉泉组含沟鞭藻*Operculodinium echigoensis-Danea* cf. *californica*组合，以口盖藻大量繁盛为特征。该组合可与日本中新世早中期的沟鞭藻组合对比。

海龙井组与玉泉组目前除孢粉外，其他化石不多，但根据现有化石资料，说明两组地层的时代均为中新世。

7．三潭组

三潭组孢粉化石有两个组合，*Graminidites-Persicariopollis*及*Polypodiaceaesporites*-Pinaceae，该两组合中草本植物花粉超过木本植物，其时代前者属上新世早期，后者属上新世晚期。

浙东坳陷有孔虫为*Pseudorotalia yabei-Asterorotalia multispinosa*组合，台北坳陷为*Operculina complanata-Pseudorotalia-Asterorotalia*组合，其时代为上新世。

钙质超微化石以*Gephyrocapsa oceanica*为主的*G. oceanica-Discoaster surculus*组合，与国际钙质超微化石带的NN15，16，18带的化石近似，时代为上新世。

根据上述生物群的资料三潭组的时代为上新世。

8．东海群

东海群海相生物非常繁盛，有孔虫以*Pseudorotalia indopacifica, Asterorotalia multispinosa, A. inspinosa*为主。

钙质超微化石以*Gephyrocapsa oceanica-Pseudoemiliania lacunosa*组合为主。

介形类为*Echinocythereis-Alocopcythere-Neocytheretta*组合。

孢粉组合为Polypodiaceae-Chenopodiaceae，以草本植物Chenopodiaceae占优势。

上述生物群广泛分布于我国沿海和海区第四纪沉积中，故东海群的时代为第四纪。

第二章　古生物分述

一、孢子花粉

本文研究了东海陆架三口钻井的孢子花粉。从下至上划分了15个花粉组合，并对各组合的地质时代以及当时的地理、气候、植被等进行初步探讨。15个孢粉组合的第1至第3组合属于古新世灵峰组，第4至第6组合属始新世瓯江组和平湖组，第7、第8组合属渐新世花港组，第9、第10组合属早中新世海龙井组，第11、第12组合属晚中新世玉泉组，第13、第14组合属上新世三潭组，第15组合属第四纪东海群。此外描述了312种孢粉化石，它们分属于57科，125属，其中包括7个新属（*Casuarinaepollenites*, *Alyxiaepollenites*, *Calamipollenites*, *Eucommiaceoipollenites*, *Acalyphaepollenites*, *Lingfengpollis*, *Donghaipollis*），92个新种，3个新联合种。

（一）孢粉组合特征及地质时代

在综合分析本区三口钻井孢粉资料基础上，将本区新生代孢粉划分为15个组合，其中：古新统灵峰组分为三个组合（1—3组合），始新统瓯江组、平湖组分为三个组合（4—6组合），渐新统花港组分为二个组合（7—8组合），中新统海龙井组、玉泉组分为四个组合（9—12组合），上新统三潭组分为二个组合（13—14组合），第四系东海群为一个组合（15组合）。

现将本区新生代孢粉组合自下而上分叙如下（表2，图1）。

1. 灵峰粉属-莫米粉属-杉粉属组合（*Lingfengpollis-Momipites-Taxodiaceaepollenites* assemblage）

本组合分布于灵峰组下段。其中被子植物花粉占优势，裸子植物花粉和蕨类孢子很少。被子植物花粉的主要特征是：①三孔类型占最大数量（共约占40%），其中灵峰粉（包括大灵峰粉*Lingfengpollis major*、微尖灵峰粉*L. acutiuculus*、粗褶灵峰粉*L. crassicorrugus*等含量最高，莫米粉（包括薄极莫米粉*Momipites tenuipolus*、榛型莫米粉*M. coryloides*等）和杨梅科花粉（包括灵峰拟杨梅粉*Myricaceoipollenites lingfengensis*褶皱杨梅粉*Myricipites corrugus*）次之；还有一定数量的三唇孔粉*Triatriopollenites*、木麻黄粉*Casuarinaepollenites*、混杂异常桤木粉*Paraalnipollenites confusus*、桦科的*Betulaceoipollenites*、*Betulaepollenites*、化香粉*Platycaryapollenites*、黄杞粉*Engelhardtioipollenites*及极粉*Tiliaepollenites*、莫米粉*Momipites*（包括三叉莫米粉*Momipites trifurcus*、广莫米粉*M. amplus*）；②三沟、三孔沟型花粉占第二位，其中含量较多的是栎粉（包括亨氏栎粉*Quercoidites henrici*、小亨氏栎粉、小栎粉*Q. minutus*）和栗粉（包括卵形栗粉*Cupuliferoipollenites oviformis*、小栗粉*C. pusillus*）；还有一定数量的杂色柳粉*Salixipollenites discoloripites*、芸香粉（包括卵形芸香粉*Rutaceoipollis ovatus*）、大戟粉*Euphorbia-*

cidites、漆树粉（包括菱形漆树粉*Rhoipites rhomboius*）、紫树粉（包括*Nyssapollenites analepticus*）、桃金娘粉*Myrtaceidites*、山榄粉*Sapotaceoipollenites*、小三孔沟粉*Tricolporopollenites minutus*、网面三沟粉、网面三孔沟粉等；③少量出现的有瘤榆粉*Ulmoideipites*、朴粉*Celtispollenites*等；④小刺鹰粉*Aquilapollenites spinulosus*、省藤粉*Calamipollenites*、南岭粉*Nanlingpollis*等属种数量虽少，却值得重视。裸子植物中杉科含量最高（包括破隙杉粉*Taxodiaceaepollenites hiatus*）、*Sequoia polyformus*、三肋麻黄粉*Ephedripites trinata*、古新麻黄粉*E. paleocenicus*及松粉*Pinuspollenites*、云杉粉*Piceaepollenites*、雪松粉*Cedripites*等少量出现。孢子以水龙骨三缝孢为主，白垩纪的孑遗分子假耳无突肋纹孢*Cicatricosisporites pseudoaurifer*零星出现。

本组合中常见于古新世的分子占很大比例，如杂色柳粉常见于国内外马斯特里赫特期至第三纪早期；混杂异常桤木粉、三裂麻黄粉、古新麻黄粉、榛型莫米粉等主要见于古新世；小榆粉、克氏瘤榆粉、三肋瘤榆粉等始见于古新世，在晚白垩世晚期一第三纪早期发育最盛；*Nyssapollenites analepticus*在古新世最繁盛；亨氏栎粉、小亨氏栎粉常构成古新世孢粉组合的重要成分；南岭粉始见于江西古新世中；小刺鹰粉分布于晚白垩世晚期至古新世。

本组合与湖北江汉盆地新沟嘴组三段孢粉组合对比，其共同点为：①二者均以被子植物花粉占优势，裸子植物花粉、蕨类孢子很少；②三孔型花粉占很大比例；③栎粉数量可观，栗粉、紫树粉常见；④白垩纪孑遗分子几乎消失，代之以多种古新世分子。就三孔类型花粉面言，两者的区别是前者以灵峰粉、拟榛莫米粉、杨梅科各属种花粉为主，榆科各属种次之；后者则以榆科各属种为主，杨梅粉等次之，造成这种差异的原因，可能是两个植物群所处地理位置不同所致；前者所处纬度较低且离海较近，杨梅科等常绿植物占重要地位，后者纬度较高，且处于内陆干旱带内，故落叶阔叶植物榆科等较发育；故面这两个组合的时代应是相当的，即古新世。

江苏泰州组上部黑灰色泥岩段的孢粉组合（达宁期）中裸子植物花粉占50%以上，被子植物居于次要地位，而三沟、三孔沟型花粉较少，显然与本组合的特征差别较大；阜宁群一组的组合，被子植物花粉占80%左右，蕨类植物孢子和裸子植物花粉均很少，被子植物以三孔型花粉为主，三沟、三孔沟类型次之，这些特征与本组合较为相似，所不同的是前者几乎没有白垩纪孑遗分子，而本组合仍有零星的孑遗分子出现。因此，推测本组合的时代为古新世早期。

辽宁抚顺地区老虎台组古新世孢粉组合，三孔型花粉占优势，但三沟、三孔沟型花粉较少，而其上栗子沟组至古城子组（古新世一始新世早期）中三沟、三孔沟型花粉含量有趋子增高的现象，因此，本组合的时代应略早于栗子沟组，为古新世早期较为适宜。

此外，美国马里兰州Brightseat组（古新统）、苏联西伯利亚东部地区查科一布列（Зейско-Буреинской）盆地基夫丁组（Кивдинская）下部等的孢粉组合均为被子植物花粉占优势，含大量三孔型花粉，如杨梅科花粉、山核桃粉等的古新世孢粉组合。因此本组合与国外古新世的孢粉组合是可以对比的。

2．杨梅科-栗粉属-杉粉属组合（Myricaceae-*Cupuliferoipollenites*-*Taxodiaceaepollenites* assemblage）

本组合分布于灵峰组上段下部。当前组合特征与第一组合基本相似，被子植物花粉占

表 2 东海陆架第三纪主要孢粉百分含量表

Tab. 2 Percentage of the main sporo-pollen in the Tertiary of the Shelf of the East China Sea (Donghai)

地层 / 层序 / 化石名称 / 孢粉组合	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组 / 平湖组			花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
蕨类孢子	3.2—6.3	2.5—11.5	0.6—11.3	6.8	1.7—6.2	7.8—32	1.3—29.8	0.6—14.1	2.3—10.7	4.3—5.6	1.5—10.7	4.6—31.1	1.1—4.5	27.3
裸子植物花粉	3.8—8.4	1.3—18.9	0.5—5.4	4.9	14—25.3	34.9—45.6	10.9—68.9	10.6—41.2	20.4—50	33.8—48.7	8.6—14.6	15.2—16.6	5.1—8.9	17.3
被子植物花粉	74.8—9.3	69.3—95.6	83.2—97.5	88.2	68.5—83.3	23.8—52.6	21.3—86.9	47.3—76.8	39.2—75.7	46.8—60.6	74.5—89.8	—53.5 79.5	89.8—90.1	55.2
蕨类孢子														
Sphgnumsporites			+					+	+					1.9
S. antiquasporites												+		
Lycopodiumsporites								0—1.2			+			
L. neogenicus										+	+			
L. gracilus							+							
Selaginellaceae													+	
Selaginella							+			+				
Osmundacidites		+				+	+	+	+					+
Lygodiumsporites	+	<1—1.7	<1—1.5	3.7		3.9	0—1.1							
L. microadriensis						0—23.8								
Schizaeoisporites		+												
S. dongyingensis		+												
Gleicheniidites		+												
Cibotiidites					+									
Pterisisporites	+	+					0—2	+		0—1.2		+		+
P. undulatus						1.2			+					
Cyathidites			0—1.1											
Polypodiaceae														+
Polypodiaceaesporites	0—1.2	0—4.7			<1—1		0—1.9	0—1.2				0—1.8	+	

续表

地层层序 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组 / 平湖组			花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
孢粉组合	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P. gracilis		0—4.6	0—3.8	2.5	+	+	+	0—2.4	0—4.4		0—1.1	0—2.3		6.8
P. haardti						0—1.3	2.9							8.0
P. ovatus														+
Polypodiisporites	+	0—3.8	0—14		<1—3.4	1.2	0—1.1	0—1.3	+	+	+	0—3.0	<1—2.5	2.5
P. communicus												0—1.8		
P. favus												+		+
P. usmensis												+		
Polypodiaceoisporites	+	0—3.7	+									0—2.8		+
P. torrosus					+									
P. triangulus	+													
P. undulatus										+		+		
P. verrureticulatus					+									
Cicatricosisporites	+		+											
Crassoretitrilctes			+		+	<1—2	0—3.2		+			+		
C. nanhaiensis					+									
Cingutriletes						+								1.9
Cooksonella circularis												+		
Cyclophorusisporites												+		+
C. bullus			+											
Deltoidospora	+							+						
D. regularis						+		+						
Divisisporites		+		+		+					+			
Klukisporites		+												
Leiotriletes		0—1.3	0—2.2											
Magnastriatites					+		0—27.8	0—7.3	0—3.3	1.3	+	0—2.9	+	
M. granulastriatus							2.5	0—4.6			+			

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			晚新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
M. howardi							0—9.4	0—9.2	0—5.8	+	<1—7.3	0—21.7		
M. minutus							1.2		+					
Multinodisporites tatzhouensis	+													
Namlingspora simplexus					+									
Obtusisporis	+													
Ovoidites								+						
O. ligneolus								+						
Punctatisporites		+	0—1.1											
Torotsporis	+	0—1.9				2.5			+	+		+		
T. (D.) zeitzensis		+	0—1.1											
Trilobosporites minor						1.9			0—1.1	+				
Verrucosisporites						2.5			+			+		
Triletes						<1—1.9				+				1.2
裸子植物花粉														
Coniferae											+			
Podocarpidites		+	+				0—1.9	1.3	0—1.7	0—1.2				
P. andiniformis		0—1.7				+			+					
P. nageiaformis							+		+	0—1.2				
Dacrydium					+				+			+		
Phyllocladidites	+													
Pinaceae	0—2.5	0—4.6				3.3—16.8	0—30.5	0—15.6	0—10.7		0—4.5	0—5.3		6.2
				1.2	3.5									
Abietineaepollenites					6.7	0—5.3	0—2.6	0—5.4	0—6.1					
A. microalatus f. *major*						6.8			0—6.9			+		
A. microalatus f. *minor*					1.7	1.9	+	2.0	0—5.1					
Cedripites	+	0—1.2	0—1.1	+	1.1	8.8	0—1.5	0—3.9	0—1.1	0—1.[illegible]				

续表

地层 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组	平湖组		花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C. cf. deodariformis									+					
Keteleeria						+			+	+		+		
Laricoidites													0—1.7	+
Piceaepollenites	<1—1.1	+	0—1.9		1—6.7	0—5	0—4.1	0—3.2	0—4.6	5—7.5	+	+	<1—3.7	1.9
P. alatus						+			0—3.9	0—8.1		0—5.8		
Pinuspollenites	+	0—1.9	0—1.6	+	1.2—8.4	0—9.2	0—22.7	3—11	0—22.7	6.3—28.7	2.8—3.5	0—3.4	1.7—1.9	
P. labdacus f. *minor*						0—3.2		2	0—5.2		0—1.7	0—4.1		3.7
P. labdacus f. *maximus*									0—8.4		0—1.7	0—3.5		1.7
P. minutus						0—2.5	0—1.3		0—1.3					
Tsugaepollenites					+		0—4	0—1.8	0—1.1	0—1.2	+	0—1.2		+
T. igniculus					+	+			+	2.5—4.4		0—1.1		
T. igniculus f. *minor*					+		+					+		
T. igniculus f. *major*					+						+	+		+
T. neogenicus												+		+
T. spinulosus					+					<1—1.9	+	0—1.1		
T. viridifluminipites					+									
Cryptomeriapollenites	+													
C. largus									+					
Seqnoiapollenites	+						0—1.2		+	+	+			
S. polyformosus	0—1.8	+			2.8									
Taxodium						1.2						+		
Taxodiaceaepollenites	0—7.4	0—14.6		2.5	1.1		0—3.4	+	0—5.1	0—3.1	1.1—3.0	0—1.7	+	
T. bockwitzensis						0—11.2	0—6.2	0—3.2	0—2.2	1.9—3.8		0—1.7	1.7—2.5	
T. elongatus												+		
T. hiatus	+	0—7.6	0—2.2		<1—11.2	2.6—14.9	0—37.3	0—8.9	0—17.7	+	+	0—1.7		1.2

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			断新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ephedripites		0—1.1			+		1.3	+	0—1.1		+			
E. palaeocenicus	+													
E. trinata	0—1.2	+				+								
Classopollis	+				+		+							
Exesipollenites	+													
Inaperturopollenites	0—1.2	+				+	0—1.9	0—3						
Parcisporites		+							+					
被子植物花粉														
Sparganiaceaepollenites		+	0—1.1				0—1.2	<1—4.2	0—1.1			0—1.7		
S. sparganioides						+								
Potamogetonacidites		+	+						0—1.9			+	+	
Alisma											+			
Graminidites					<1—8.8			0—2	<1—21	1.2—4.4	6—13.6	<1—8.5	11.8—15.9	1.9
G. gracilis									0—4.6		+		+	
G. subsiliglobosus													0—2.2	
Cyperaceaepollis								1.2					1.7—1.9	
Palmaepollenites			+											
Arecipites												+	<1—1.3	
A. longicolpatus			+		1.1									
Lemna						+			+				+	
Liliaceae						+								
Liliacidites		0—1.9	+			+			+		+			
Casuarinaepollenites gen. nov.	+	0—8.4												
C. exaspidatus gen. & sp. nov.		0—2.7												
C. casuarinoid s gen. & sp. nov.		0—4.4	0—3.8											

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C. tetraporus gen. & sp. nov.		+	+											
Salixipollenites	+	0—4.5	0—3.2	+	<1—5	+	0—4.3		0—1.7	+	0—1	+	0—1.1	+
S. discoloripites	+	+	+		1.5—2.2		2	+						
S. hians		+												
S. major													0—1.9	
Myricaceoipollenites	+	0—6												
M. abnormis sp. nov.		0—4.4												
M. annulatus sp. nov.	0—1.1	0—6.9	0—1.3	7.4										
M. cavilloratus (Drugg) Sun comb. nov.		0—18.9	0—3.8	17										
M. lingfengensis sp. nov.	0—1.2	0—6.3	0—6.3											
M. pachydermus sp. nov.		0—11.6	+	1.8										
Myricipites		0—2.6	0—3.7	2.5	+	+								
M. conspicuus sp. nov.		0—12.8	0—14.2	13										
M. corrugus sp. nov.	0—1.8	0—6.3	0—5.9	4.9										
M. minor sp. nov.		0—3.1	0—2.5											
Caryapollenites	+	0—3		1.2	1	+	0—3.3	0—3.3	0—1.3	+	0—2	0—1.2		
C. elegans		0—1.3	0—1.3											
C. cf. *juxtaporipites*			+											
C. minutus sp. nov	+	0—3.1												
C. palaeocenicus sp. nov.	+	+	+											
C. polarannulus sp. nov.		0—1.8	+											
C. simplex		0—4.6			<1—5.8	+		0—1.3	0—1.1	0—1.3	0—1.7	1.7—4.1	0—1.9	
C. triangulus		0—1.1		3.7	1.7		+		0—1.1	+		+		
Engelhardtioidites	<1—1.6	0—1.6	0—1.1	+							+	+		
E. concavus	+													
E. microcoryphaens									+					

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组 / 平湖组			花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Engelhardtioipollenites punctatus		+												
Juglanspollenites		+		1.8		+	0—1.6	+	0—1.1		+	0—1.2		
J. verus		+					0—2.6	0—2.4	0—7.8	0—5	1.5—4.5	+	0—1.3	1.9
J. rotundus												+		
Platycaryapollenites	<1—1.1	0—1.1	1—1.5	+			+					+		
P. swasticoidus	+													
P. scabridus sp. nov.	+													
Pterocaryapollenites									+					
P. annulatus											+			
P. stellatus											+			
Alnipollenites							0—1.8		+	+	+	+		1.2
A. inflexus sp. nov.		+					+	+						
A. metaplatmus	+	+				0—10.4	0—2.3	0—4.7	0—1.3		0—1.7	0—1.8		3.1
A. verus	1.2—1.6	+	+			2.5—13.2	0—4	<1—3.3	0—2.8	0—2.5	1.5—1.7	0—1.8		
Paraalnipollenites	+													
P. confusus	0—1.1	+	+	+										
Betulaceoipollenites	0—1.1	0—2.3	+	1.8			+	+	0—1.1	0—1.9	+		+	
B. bituitus		0—1.8						+	+		+			1.2
B. irregularis sp. nov.		0—5.1	0—1.1											
B. prominens		0—2.3												
Betulaepollenites	0—1.1	0—1.7					1.3	1.3	0—1.3			<1—1.1		
B. microexcelsus						+				0—3.8		0—1.7	+	+
B. plicoides			+			+			0—1.1	+	+	+		
Carpinipites	+	0—2.3	+			+	+	0—3.2	+	2.5—3.1	+	+	<1—1.1	+
C. orbicularis								1.2	0—1.3	+	0—1.1	+		

续表

地层 / 层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			欧江组	平湖组		花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C. subtriangulus											+	+		
Momipites	0—1.6	0—2.2	0—1.1					0—2.3	0—1.7	+				
M. coryloides	5.9—6.2	0—4.8	+			0—4.3	0—1.3	+	0—1.3	1.2—1.9	+	+		
M. amplus	0—1.2		+											
M. leffingwellii	+													
M. occultus sp. nov.		+												
M. tenuipolus	+													
M. sriturcus sp. nov.	0—1.6	+	+											
Fagupollenites		+	+								<1—1.5	+	+	
F. mediocris										+				
Cupuliferoipollenites		0—1.8	0—1.6	1.2	1.1—7.6	+	0—3.0	0—4.7	0—1.9		0—1.5	0—1.1	0—3.4	6.2
C. crassimarginatus sp. nov.	0—8	0—11.8	0—22.2											
C. oviformis	+	0—17.6			6.3						0—1			
C. pusillus	+	0—4.8	0—10.1						+	+		0—4.5	0—1.3	+
Quercoidites	+	0—1.3	0—13.5	+	1.7—9.7	0—3.8	1.3—20	3.3—1.5	0—6.3	0—3.7	1.7—6		0—2.5	6.8
Q. asper		+	0—1.6		2.4	+	0—4.9	1.3	0—2.2	0—1.7		0—5.1	1.7—6.4	1.9
Q. cingulum													+	
Q. densus					13.5									
Q. cf. *densus*						3.3		1.8	0—2.8		0—1.5	0—4	1.9—6.2	+
Q. microhenrici	1.2—1.6	0—1.6	0—5		2.9—11.2	1.2—5.3	0—14.6	1.2—12.9	0—2.8		+	+		
Q. minutus	0—6.4		0—3.1				0—5.5							
Q. minor		0—4			3.4—6.7	2.6	4.9							
Q. ovatus sp. nov.	0—1.2													
Q. palaeocenicus sp. nov.	0—1.2													
Q. henrici	1.2—4.3	+	0—6.6		<1—3.9	0—3.9	0—8.8	0—19.2	+	+				

续表

地层 / 层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q. rotundus							0—11.8						+	
Q. cf. *rotundus*	+	0—1.6	0—3.2											
Nothofagus								+						
Ulmipollenites	0—1.2	0—2.4	0—3.2	3.7	2.3—5	0—2.6	0—6.1	0—1.7	0—7.5	1.9—6.9	<1—6.6	<1—2.9	0—3.4	1.2
U. granopollenites							+							
U. minor	+			+	1.1									
U. rotundatus									+			0—5.3		+
U. undulosus						0—3.3	0—7.3	0—5.4	<1—3.9	3.1—7.5	1—1.1	2.9—8.5	0—3.8	
Ulmoideipites	+	0—2.2	0—1.1		1.1		+		0—1.9		<1—1			
U. krempii	0—2.1	0—1.6	+		1.1	1.3								
U. tricostatus	+	0—1.2	0—1.1		+			0—2.5						
Celtispollenites	0—1.6				3.4—8.4	0—2.6	0—3.3	0—4.6	0—14.4	6.9—8.1	1.7—9.6	0—6.2	1.9—3.9	+
C. minor									0—2.8	0—1.8			+	
C. triporatus	0—1.1								0—1.3		+			
Zelkovaepollenites							0—1.3	1.2				+		+
Z. potonie									+				+	
Z. cf. *potonie*										+		+		
Moraceae								3.1	+			+		
Proteacidites		+												
? *Proteacidites*											+			
P. verruciformis								+						
P. spiniformis								+						
Anacolocidites	+	+	+	+										
A. luteoides		+												
A. primigenius		+												
A. subtrudens		0—1	+											

续表

地层 / 层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组	平湖组		花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A. tenuiplicus		0—1	+											
Persicarioipollis					+			+		+		+	0—1.9	2.5
P. franconicus												+		+
P. juvenalis									+			0—1.7		
P. minor											+	+	1.3—2.2	
P. welzowense										+	+		1.3—2.8	
Chenopodipollis	0—4.8	+	0—1.9			0—4.6	0—2.8	0—6.4	0—1.7	0—1.9	+	+	<1—3.4	+
C. minor			+										0—1.1	+
Nelumbo					+		0—5.9	+	+					
Operculumpollis operculatus					<1—2.4	+	0—1.3	0—1.2	0—1.3			+		
Ranunculacidites						+	+	+	0—1.1	+		+	2.8—3.8	1.2
Magnolipollis						+			+			+		
M. fusiformis									+					
Cruciferae								1.3					0—1.7	
Hamamelidaceae					+					+				
Liquidambarpollenites					1.7—6.4	+	0—3.9	0—2.4	0—5.2	0—1.2	0—1.5	0—10		1.9
L. mangelsdorfianus					+									
L. minutus					1				0—1.1	+	1.3—1.5	0—1.7	+	
L. orientaliformis									0—6.3	+	0—1	+		
L. pachydermus					1.2							0—4.1		
L. stigmosus					<1—8.8	+	+	+	0—4.4	0—2.5	0—1.7	4—8.2	2.2—12.7	2.5
L. styracifluaeformis													0—4.6	
Eucommiceoipollenites		+	0—1.1											
Rosaceae		+					+	+						
Leguminosae	+	+	+		<1—3.9	1.9	0—1.3	0—4.9	0—1.9	0—1.3	1.1—2.5	+	1.1—1.9	1.9

续表

地层 / 层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组	平湖组		花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rutaceoipollis	1.8—2.1	+	+	1.2	1.1—3.4		0—2.6	1.3	0—1.7		0—6.6			
R. oblatus											+			
R. ovatus	+				+	+	+	+	+		0—3.5			
R. zoniporus					+									
Rutaceoipollenites oblongus sp. nov.			+											
Meliaceoidites			+		+			0—5.7	+	+				
M. rhomboiporus					+						+			
Acalyphapollenites gen. nov.	+													
Euphorbiacites	0—1.1		+		<1—1.5		0—3.3	+	0—4	0—1.9	0—5	+		
E. formosus									0—1.1	+	0—1.5			
E. marcodurensis					+									
E. reticulatus									+					
E. wallensensis										+				
E. cf. wallensensis													+	
Rhoipites	0—1.2	0—1.7	0—1.9	1.8	1.1	+		+	+		0—1.5		+	
R. rhombotus	+													
R. pseudodolium			0—1.8		+									
Cyrillaceaepollenites			+		<1—1.7	+	0—1.5	+					0—1.5	+
C. miniporus									0—1.7			+		
C. megaexactus									+	+				
Ilexpollenites	+	0—1.3	+		<1—2.9	+	0—1.5	0—1.7	+			0—1.7	1.3—2.2	+
I. margaritatus			+		1.7									
I. microiliacus											+			
Aceripollenites								+				+	+	
A. striatus											+			
Myriophyllum									+		+			

续表

化石名称 \ 地层 / 层序 / 孢粉组合	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cupanieidites	+													
Sapindaceidites		+		+			+							
S. triangulus												+		
Impatiensidites brevicolpus												+		
Rhamnacidites			+									+		
Tiliaepollenites		0—8	0—3.2	+	+		0—2	+	+	+		+		1.2
T. granulatus sp. nov.		0—2.3												
T. instructus	+	0—1.1	0—11.2					0—1.3	+	+	+			+
T. indubitabilis		+	0—9.2						+					
T. microreticulatus		0—7.5			+				+					
T. minumus		0—1.7	0—1.6											
T. rugulosus sp. nov.	+													
T. cf. pseudoinstructus	+													
Florschuetzia														
F. levipoli											0—2.3			
Recvestapollis			0—3.1						+					
R. triangulus				+	+									
Elaeagnacites							+							
E. huanguaensis					+	+			+			+		
Nyssapollenites	1.6—1.8	0—2.8	+	1.8	+	+			0—1.3	+	0—3			+
N. analepticus	+													
N. fusiformis sp. nov.	+													
N. contortus (Pf. & Thom.) Sun comb. nov.										+				
N. minor sp. nov.		+	0—1.8											
N. minutovoideus sp. nov.	+	0—2.9	0—6.6											
N. oviformis sp. nov.	+	0—1.9	0—8.3											

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N. pseudolaesus						1.3								
N. reticulatus											+	+		
N. cf. sinensiformis	+													
Myrtaceidites	<1—1.2	+	0—1.5										+	
Sporotrapoidites					+				+		+	0—2.3		
S. crassipolaris sp. nov.								8.4	0—13.2		0—5.8			
S. minor							+	+	0—2.2	1.2—2.5	0—2.3			
S. medius					+			+			+			
S. reticulatus sp. nov.											+			
S. rotundiporus sp. nov.									0—1.7		0—1.3			
S. weiheensis											+		+	
Araliaceoipollenites	+		+				0—1.9			+				
Corsinipollenites ludwigioides													+	
C. triangulus											+		+	+
Umbelliferaepollenites					+									
Hydrocotaepites pachydermus					+						+			
Cornaceoipollenites		+		1.2										
Ericipites		+										+		
E. callidus		+												
E. ericius		+							+					
Sapotaceoidaepollenites	+		+						+					
Oleoidearumpollenites							+		+	+	+			
Fraxinoipollenites	0—3	+	+		1.7			7.6		+	+		+	
F. linquapollenites	0—1.2													
F. microreticulatus		+			1.1									
F. pudicus		+												

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组	平湖组		花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Alyxiaepollenites gen. nov.									+	+				
A. lingfengensis gen. & sp. nov.		+		1.2										
Convolvulus					+									
Fupingopollenites					+		+	+				0—1.7		
F. wackersdorfensis					+				+			0—8.2	0—1.1	
Symplocoipollenites		+	0—1.2		1.2		+	+			+	+	+	
S. orientalis					+									
S. triangulus								+	+			0—1.1		
S. vestibulum					+			+	0—1.3		+		+	
Labitricolpites										+			+	
Plantago					1.7			+	+			+	+	
Lonicerapollis	+	+					0—1.3	1.2	0—1.1		+	+		
L. echinatus							+							
L. gallwitzii											+			
L. interospinosus									+			+		
L. intrabaculus	+				+				+			+		
L. tenuipolaris							+		+					
Compositae												+	+	
Artemisiaepollenites					<1—1.7			0—2	0—1.7	+			2.5—4.5	3.1
Aquilapollenites spinulosus	+	+												
Boehlensipollis quigjiangensis			+											
Calamipollenites gen. nov.	0—2.1	0—2.2	0—4.9											
C. calamides gen. & sp. nov.		+		1.2										
Compositoipollenites			0—1.2											
Echitriporites		+					+	+						
Echistephanoporites polyedricus sp. nov.		+	+	+										

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组		平湖组	化港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Gothanipollis						1.2		2						
G. bassensis						0—3.9	+							
Lingfengpollis gen. nov.	2.7—3	+	+											
L. acutiusculus gen. & sp. nov.	0—9.8													
L. crassicorrugus gen. & sp. nov.	0—3.6			+										
Margocolporites					+							+		
Monocolpopollenites		+					0—2.3		+					+
Multiporopollenites		+				+			0—1.3		+	+	+	
Nanlingpollis	0—1.1	0—1.1	+		+									
Normapolles		+												
Pentapollenites	+													
Periporopollenites												+		+
Pistillipollenites		+	+											
Plicapollis		+												
Plicatopollis cf. *lunatus*	+	+	+											
Polycolporopollenites		+	+	+		1.3	0—1.3	+		+	+		+	
Retimultiporopollenites												+	1.7—5.7	+
Retitricolpites	0—9.6	0—9.7	0—14.3		<1—1.2	0—5.3	0—5	0—7.8	0—1.3	<1—1.9	<1—1.5	+	2.5—5.6	+
R. matauraensis												+		
Retitricolporites	<1—2.1		0—2.9	3		+	0—2.6		0—2.6			0—1.2	+	
Subtriporopollenites irregularis sp. nov.	+													
Tetracolporites	0—1.1							+	+					
Triatriopollenites	1.1—1.2	+				+	+							
T. turviatrium sp. nov.		+	+											
T. plicoides	+													
Tricolpites	0—3.6	+			1—7.3			3.6	+		+	+		

续表

地层层序 / 孢粉组合 / 化石名称	古新统			始新统			渐新统		中新统				上新统	
	灵峰组			瓯江组 / 平湖组			花港组		海龙井组		玉泉组		三潭组	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tricolpopollenites	0—7.4	0—1.9				1.3	0—5.9		0—1.3				+	+
T. flabellilobatus sp. nov.	+													
T. margaritaceus sp. nov.	+													
Tricolporites						+			+		+	+		1.2
Tricolporopollenites	1.2—3.2	0—7	0—6.2	4.9		0—2.6	0—20.4	1.2—6	0—2.9	<1—1.3	2.3—5	0—1.1	1.9—2.8	1.2
T. caraganoides		+					0—8.1		0—1.1		0—1.0			
T. cf. *caraganoides*									0—1.3					
T. kruschii	0—2.7	+												
T. minutus	+	0—1.9												
T. steinensis							0—9.9	0—12.6	0—1.1		0—1.5			
T. sicyoideus sp. nov.	+										0—1.0			
Trilobapollis							0—8.1	5.3			+			
T. ellipticus		0—1.2	+			+	0—3.7	0—5.3	+					
T. leptus							+	0—5.8						
Triporopollenites	1.2—2.1	0—2.9	0—3.7			+	+	+			+		0—2.2	
T. sp. I			+											
T. nactonatus			+											

\+ 表示零星出现

优势，裸子植物和蕨类孢子较少。其主要特征是：①被子植物中仍然是三孔型花粉占最大数量；三沟、三孔沟型次之，但各属种的数量则有增减，如三孔型花粉灵峰粉、三唇孔粉减少至<1%，而杨梅科各属种（包括*Myricaceoipollenites pachydermus*, *Myricipites corrugus*等）则大量增加，计有10种之多，含量可高达53%，为此类花粉含量的最高峰；椴粉（包括*Tiliaepollenites microreticulatus*等）、木麻黄粉（包括*Casuarinaepollenites casuarinoides*等）、山核桃粉*Caryapollenites*、*Betulaceoipollenites irregularis*也有较大的增加；②三沟、三孔沟型花粉中，栗粉增加明显，紫树粉略有增加；③铁青树科花粉类型增加，出现了*Anacolosidites subtrudens*, *A. tenuiplicus*, *A. primigenius*, *A. luleoides*等；还出现少量的山龙眼粉*Proteacidites*，刺三孔粉*Echitriporites*，杵纹粉*Pistillipollenites*、折皱粉*Plicapollis*、南岭粉、莫米粉、等古新世常见分子；④杉粉（包括破隙杉粉）及双气囊的松科花粉增加；出现少量罗汉松粉（包括安定罗汉松粉*Podocarpidites andiniformis*）；⑤残留有少量白垩纪分子，如小刺鹰粉、无突肋纹孢等。

本组合与第一组合相比，主要特征是相似的，即①三孔型花粉仍占优势；②古新世特征分子常见；③残留有少量白垩纪分子。它们之间的区别是三沟、三孔沟型花粉含量比下面第一组合高。在辽宁抚顺地区的老虎台组、栗子沟组，其孢粉组合自下而上三孔型花粉占优势，而三沟、三孔沟花粉则有增加的趋势，这一趋势与当前的1、2组合中三孔型花粉占优势，三沟、三孔沟型花粉由下而上增加的趋势基本相似，故第二组合的时代仍应为古新世。

3.杨梅科-椴粉属-紫树粉属组合(Myricaceae *Tiliaepollenites-Nyssapollenites* assemblage)

本组合分布于灵峰组上段上部。本组合的特征是：①三孔类型花粉虽然占优势地位，但是总数量比第二组合略有减少；灵峰粉、三唇孔粉、木麻黄粉等属种只个别出现，并达到了它们分布的上限；杨梅科花粉仍有很高含量，有8个种，其含量为15%；椴粉属的种类和数量均达到高峰（高达19%），有小椴粉*Tiliaepollenites indubitabilis*、椴粉*T. instructus*、细小椴粉*T. minutus*；②组合中占第二位的是三沟、三孔沟型花粉，紫树粉属种类和数量达到其最繁盛的时期，主要有*Nyssapollenites analepticus*、*N. fusiformis*、*N. pseudolaesus*、*N.* cf. *sinensiformis*等；栎粉种类和数量也有较大的增长，其次是栗粉；其他如漆树粉、五加粉、山榄粉、栲粉等，其含量均为1—2%；③榆科的朴粉、榆粉、瘤榆粉（包括在古新世繁盛的克氏瘤榆粉、三肋瘤榆粉）在组合中仍有相当的数量；④古新世其它常见分子，如清江异椴粉、南岭粉、杵纹粉、密瘤三孔粉*Triporopollenites nactonodus*、铁青树粉、莫米粉等仍有出现；省藤粉*Calamipollenites*数量增加并达到本区该类花粉最高含量；⑤裸子植物花粉含量较低，仅出现个别的杉粉、罗汉松粉、雪松粉、云杉粉、松粉等；⑥蕨类孢子含量很低，除有水龙骨孢、具环水龙骨孢外，尚有白垩纪子遗分子无突肋纹孢个别出现。

根据以上叙述，本组合与第一、第二组合仍有许多相似之处，主要共同点有：①三孔类型的花粉依然占优势；②三沟、三孔沟花粉次之，且含量比第二组合略有增加；③古新世的重要分子杵纹粉、混杂异常榄木粉、古新山核桃粉、*Nyssapollenites analepticus*、克氏瘤榆粉、三肋瘤榆粉、小榆粉、清江异极粉、密瘤三孔粉等在组合中时有出现；④白垩纪残留分子无突肋纹孢等少量出现。二者之间的区别是：本组合的三沟、三孔沟花粉比

其下部的1、2组合要多，而三孔型花粉数量则略少。由此可见本组合与1、2组合之间的相似性是明显的，它们之间的差别是次要的，故本组合与1、2组合似应属同一时期的沉积，其时代为古新世。同时，由于组合中白垩纪的孑遗分子已极稀少，推测本组合的时代可能属晚古新世。

4．杨梅科-栗粉属组合（Myricaceae-*Cupuliferoipollenites* assemblage）

本组合分布于瓯江组下部。本组合中杨梅科花粉的数量仍较高（达46.7%），但已降至7种，其它三孔型的花粉零星出现或消失，如木麻黄粉、三唇孔粉、莫米粉、密瘤三孔粉及*Betulaceoipollenites irregularis*等已完全消失；山核桃粉类型大减，仅见有少量三角山核桃粉；刺周孔粉*Echistephanoporites*仅有一零星出现。三沟、三孔沟类型数量占第二位，属种多样，如栎粉，栗粉，及紫树粉、芸香粉*Rutaceoipollis*、无患子粉*Sapindaceidites*、山茱萸粉*Cornaceoipollenites*、*Alyxiaepollenites lingfengensis*、网面三沟粉以及各种三孔沟粉等均以不多的含量参加；三角棱罗树粉*Reevisiapollis triangulus*首次出现。榆科的朴粉、小榆粉少量参加。某些古新世特征分子在组合中已消失，如南岭粉、清江异极粉、杜仲粉等。铁青树粉仅见少量的*Anacolosidites tenuiplicus*，在古新世各组合中常出现的*A. subtrudens*, *A. luleoides*, *A. primigenius*均已消失。裸子植物花粉含量低，杉粉、松粉、雪松粉个别出现，双囊花粉减少的趋势较明显。孢子仅海金沙孢*Lygodiumsporites*，具环水龙骨孢等零星出现。

本组合与第三组合对比，有以下相似的特点：三孔型花粉仍占优势；三沟、三孔沟花粉次之。二者的区别也是明显的：①三孔型花粉中除杨梅科各属种含量较高外，其他三孔型花粉如木麻黄粉各种、莫米粉各种、三唇孔粉、密瘤三孔粉未再出现；山核桃粉、灵峰粉个别出现；②古新世常见的属种消失，一些新种出现，如山核桃粉老种消失，出现了新类型三角山核桃粉；克氏瘤榆粉、三肋瘤榆粉消失、代之以小榆粉；*Anacolosidites primigenius*, *A. subtrudens*消失；还有清江异极粉、南岭粉、杜仲粉等均已消失；③三沟、三孔沟型花粉类型多、并新出现了*Reevisiapollis triangulus*，各属种含量均匀，没有明显的优势种，④白垩纪孑遗分子全部消失。综上所述，本组合的面貌与前面三个组合虽有一定相似之处，但区别是显著的，其过渡色彩是显而易见的。根据上述分析，笔者认为本组合的时代应划归始新世。

5．栎粉属-栗粉属-三孔沟粉属组合（*Quercoidites-Cupuliferoipollenites-Tricolporopollenites* assemblage）

本组合仅分布于瓯江组上段。其主要特征是：1）被子植物花粉占优势（68.5—83.3%），裸子植物花粉和蕨类孢子次之；2）各种三沟、三孔沟粉大量出现，其含量分别为10.4%和18.3%；3）热带、亚热带分子普遍出现，且具一定含量；4）被子植物中栎粉、栗粉、枫香粉、榆科花粉含量较高，胡桃粉、椴粉、黄杞粉、桦粉、山矾粉、冬青粉等常见（0—8%）；5）松科花粉与下面组合相比有明显增加，杉科变化不大；蕨类孢子以多种光面、瘤纹三缝孢为主。

与下部孢粉组合相比，本组合发生了很大的变化。第4组合中大量出现并占优势的*Casuarinaepollenites*, *Myricaceoipollenites*, *Myricipites*, *Nyssapollenites*等分子急剧减少；第4组合普遍出现并具一定含量的*Caryapollenites*、*Anacolosidites*、*Calamipollenites*、*Echitriporopollenites*以及*Lingfengpollis*等，在本组合中明显减少或消失；反之，

下部组合中少量出现的一些类型，在此有明显增加，如*Liquidambarpollenites, Rutaceoipollis, Meliaceoidites, Ilexpollenites*等。本组合中首次出现一些我国早第三纪中、晚期常见的类型，如*Fupingopollenis*, Compositae, *Tsugaepollenites, Arecipites lengicolpatus, Persicarioipollenites, Nelumbo, Margocolporites vanwizhei, Elaegnacites huanghuaensis, Operculumpollenites operculatus*等。

根据组合中某些属种出现的时代分析，这一组合具有明显的早第三纪早、中期孢粉组合特征；常见于我国各地早第三纪早、中期的某些分子，在本组合中共有40余个属种，占有重要地位，其中：*Polypodiaceoisporites verrucatus, P. triangulus, Sequoipollenites polyformosus, Salixipollenites discolorites, Caryapollenites triangulus, Ulmoideipites krempi, U. tricostatus, Ulmipollenites minor, Quercoidites minutus, Q. microhenrici, Rutaceoipollis ovatus, Rhoipites pseudodolium, Lonicerapollis interospinosus, Operculumpollis operculatus*及*Nanlingpollis*等都是我国早第三纪常见分子，特别是始新世的常见分子。以*Ilexpollenites, Rutaceoipollis, Euphorbiacites, Cyrillaceaepollenites, Caryapollenites, Symplocoipollenites, Meliaceoidites, Polypodiaceoisporites*等为代表的某些热带、亚热带成分在组合中具有明显地位，所指示的湿热气候特征与欧亚大陆始新世时气候特征是一致的。

根据本组合中三沟、三孔沟花粉大量出现（其中可能属山毛榉科花粉占有相当高的含量），具孔花粉明显减少，以及热带、亚热带成分占有重要地位等特征，完全可以同国内外一些地区的始新世孢粉组合进行对比。本组合与我国东海盆地海相始新世孢粉组合（吴作基，1985）相比较，基本面貌是一致的，二者具有的共同属种可达40余个，其组合时代似应相近。当前的组合与湖北江汉盆地中始新统荆沙组孢粉组合有一定的相似性，如被子植物花粉占优势，榆科、山毛榉科有相当的含量，以大戟科、芸香科、漆树科、楝科等为代表的热带、亚热带分子占有重要地位，其不同点是本组合中楝粉、麻黄粉含量较低。南海北部湾坳陷和雷琼地区始新世孢粉组合的一些常见分子在本组合中常有出现。另外，组合中出现大量三沟、三孔沟粉（其中多数可归入栎粉属、栗粉属）这一特征与国内外某些始新世孢粉组合是一致的；江西清江盆地坪湖组、池江盆地新余组、渤海沿岸地区孔二段、南海北部湾坳陷和雷琼地区，以及日本九州北部—本州西部等地始新世孢粉组合中，栎粉、栗粉都相当发育，常构成组合的优势成分。根据上述分析，本组合的时代应归始新世，可能为中始新世。

6．海金沙孢属-桤木粉属-杉粉属-高腾粉属组合（*Lygodiumsporites-Alnipollenites-Taxodiaceaepollenites-Gothanipollis* assemblage）

本组合分布于平湖组。其主要特征是：1）被子植物花粉略占优势（含量为23.8—52.6%），裸子植物花粉和蕨类孢子有所增加（分别为34.9—45.6%，7.8—32%）；2）蕨类孢子中海金沙孢占绝对优势（可达20%以上），在东南沿海地区的渐新世至中新世中起重要作用的水蕨孢和各种单缝孢仅零星出现或缺乏，粗网孢含量不高但常见；3）裸子植物中杉科花粉起着重要作用（含量为11.4—15.9%），松科花粉有较高含量（13.7—14.5%），铁杉粉零星出现；4）被子植物花粉的主要特征是桤木粉居显著地位，其含量可达8.7—23.6%，成为被子植物的优势种群；高腾粉含量为1.2—3.9%为本区含量的最高峰；栎粉有一定含量（达12.5%），可达6种之多；网纹三沟、三孔沟粉及热带、亚热带成分频繁出现，其中

有的可成为优势分子(如海金沙孢)；草本及水生植物花粉零星出现。

首先对组合中含量较高且有一定地层意义的某些属种作一分析。本组合中出现含量相当高的海金沙孢（*Lygodiumsporites*)；由这类孢子构成优势成分的组合在我国第三纪孢粉组合中实为少见，目前仅见于雷州半岛始新世—渐新世孢粉组合中（张一勇，1981)，在早始新世流沙港组二段孢粉组合中这种孢子的含量可达4.5—42.5%，涠州组中，下段（渐新世）孢粉组合中为0—20%；同时在渤海沿岸的始新世—渐新世组合中也有少量出现；由此可以得出在雷州半岛地区海金沙孢出现的最繁盛时期是在始新世，当然可以延伸至渐新世中。桤木粉（*Alnipollenites*）大量出现是本组合又一重要特征，所见主要是真桤木粉（*Alnipollenites verus*）和变形桤木粉（*A. metaplasmus*）二个种。在欧洲及苏联等地的第三纪地层中，桤木粉广泛分布，此类花粉最早发现于民主德国始新世地层中；在我国第三纪中它的分布也相当广泛。桤木粉在雷州半岛始新世流沙港组孢粉组合中含量为1—32%，渐新世涠州组二—三段中为0—11.8%，琼北福山坳陷晚始新世流三段上部—流二段下部为0—8.3%；北部湾坳陷晚始新世流沙港组中、下段为3—11.3%，早中渐新世流沙港组上段—涠州组中为0—15.2%；渤海沿岸中始新世孔店组二段的含量为1.6—3.2%；莺歌海坳陷渐新世三亚组为0—28.6%；珠江口坳陷渐新世珠海组含量为2.8—20%，中新世珠江组为0—32.8%；东海陆架盆地龙井构造带晚始新世—早、中渐新世花港组为0—16.2%，中新世海龙井组、玉泉组为0—30%；珠江口盆地渐新世宝安组、珠海组可达2.8—21%；江苏始—渐新世戴南组、三垛组仅为1—3%；河南潭头盆地晚古新世为1—6.4%，早、中始新世为1—2.8%；青海、新疆早、晚第三纪中通常为1—3%。从上述大量资料可以得出：桤木粉在我国出现的总规律是东南沿海地区比中、西部地区更加发育；在早、晚第三纪地层中都存在着该类花粉繁盛的高峰期；在南海北部大陆架诸盆地中，此类花粉在始新世是相当发育的。

高腾粉（*Gothanipollis*）在本组合中含量虽不高(1.2—3.9%)，但连续出现，且为本区各时期含量的最高峰。组合中主要出现的是倍什高腾粉（*Gothanipollis bassensis*)，该种见于澳大利亚始新世，与之相似类型在苏联西伯利亚始新世也有发现。在我国，这类花粉主要分布于东南沿海始新世—中新世地层中。从这类花粉在南海北部大陆架分布情况来看，其出现的最高峰期是在渐新世；在雷州半岛渐新世涠州组二—三段中其含量可达13%，北部湾坳陷中、晚渐新世涠州组的含量为1.3—11.7%，珠江口盆地早、中渐新世宝安组含量为1.2—3.5%，但在琼北福山坳陷、雷州半岛、北部湾坳陷的始新世中也是常见分子、其含量可达0—3.7%；从本区向北推移，此类花粉明显衰退，仅在渤海沿岸渐新世东营组有零星出现；总之，高腾粉在本组合中出现的情况与这类花粉在始新世—中新世分布规律是一致的。

本组合中出现了一些含量不高，但有一定地层意义的属种，其中常见于早第三纪早、中期的分子有：*Deltoidospora regularis, Toroisporites minor, Polypodiaceaesporites, Pterisisporites undulayus, Ulmoideipites krempi, Operculumpollis operculatus*及*Rhoipites rhomboius*等，上述分子均为我国新疆(赵英娘等，1982)、青海(孙秀玉等，1980)、江西（何月明等，1977；孙湘君等，1980)、江苏（宋之琛等，，1981)、南海大陆架盆地（孙湘君等，1981）及东海盆地（吴作基，1985）等地的古新世—始新世孢粉组合中的常见分子；其它常出现于我国许多地区始新世—渐新世孢粉组合中的类型有：*Lygodiumsp-*

orites microadriensis, Taxodiaceaepollenites bockwitzensis, T. hiatus, Abietineaepollenites microalatus f. *major, A. microalatus* f. *maxinus, Pinuspollenites labdacus* f. *minor, P. minutus, Tsugaepollenites igniculus, Caryapollenites simplex, Alnipollenites verus, A. metaplasmus, Momipites coryloides, Quercoidites asper, Q.* cf. *densus, Q. henrici、Q. microhenrici, Q. minor, Ulmipollenites undulosus, Liquidambarpollenites stigmosus, Nyssapollenites pseudolaesus*及*Gothanipollis bassensis*等。而*Sparganiaceaepollenites sparganioides, Elaeagnacites huanghuaensis, Trilobapollis ellipticus*等仅见于渐新世及以后的各时期组合中。上述资料可以看出：本组合已鉴定到种的类型，绝大多数属于北半球和我国早第三纪常见属种，少数为晚第三纪以后的常见分子，一些属于早第三纪早、中期分子也有一定含量。

本组合与雷州半岛早第三纪第一孢粉组合有某些相似之处（张一勇，1981），如二者的三沟类型(与山毛榉科有关)、桤木粉、海金沙孢都占有重要位置，一些热带、亚热带分子及常绿落叶阔叶成分起着一定作用，所不同的是当前的组合中未发现古老被子植物花粉，如五边粉、鹰粉等，故本组合的沉积时代可能略晚于雷州半岛第一组合的沉积时代。同时，本组合与东海盆地海相始新世孢粉组合（吴作基，1985）可以对比，二者基本面貌相似。日本西部某些始新世孢粉组合常以与栎粉相似的三沟粉及杉、柏科占优势，还常见有桦粉、桤木粉、栗粉、柳粉、棕榈粉以及一些热带、亚热带成分，这些特征与当前组合特征是吻合的。

综上所述，无论在属种时代分布上，或在组合特征对比上，本组合都具有明显的始新世特征，结合有孔虫及其它化石资料分析，本组合的时代应为始新世中、晚期。

7．杉粉属-桤木粉-松粉组合（*Taxodiaceaepollenites-Alnipollenites-Pinuspollenites* assemblage）

本组合分布于花港组下段。组合主要特征是：①被子植物花粉略占优势（含量为21.3—86.9%），裸子植物花粉明显增加（含量为10.9—68.9%），蕨类孢子含量无明显增高，但属种类型有新的变化；②裸子植物中，杉科和松科增加十分明显，并成为组合的优势成分，其中杉科粉可高达40%以上，松科花粉含量达20%以上；③被子植物花粉以喜温湿的落叶阔叶树种大量出现为特征，其中桤木粉属和栎粉属占优势，其含量分别为3.1—45.4%和1.6—39.6%；榆粉有明显增加，由下部组合少量出现变为含量较多（0—13.4%）；④蕨类孢子的最重要特征是粗肋孢普遍出现，有的样品含量可高达38%，其次是紫箕孢稳定出现，水龙骨单缝孢有一定含量；⑤以黑三棱、眼子菜粉、睡莲及蓼粉属为代表的陆生、木生草本植物花粉少量出现。

从属种类型和组合面貌上看，当前的组合与前一组合有一定的继承性，二者具有一些共同特征，如三沟、三孔沟花粉大量存在（主要归属于栎粉类），桤木粉在组合中仍占有重要位置，含量虽然略有减少，但仍然成为被子植物的优势成分，杉粉起着重要作用等，这些共同特征的存在，表明这二个孢粉组合在演化中是有一些关系的。然而，它们之间也存在明显的区别：①作为上一组合中重要特征的海金沙孢在此已明显表退，仅个别出现；②上一组合中起重要作用的桤木粉、高腾粉在此明显减少；③以哈氏粗肋孢为代表的粗肋孢属在本组合中普遍出现，其含量可达10%左右，成为本组合的重要特征；④栎粉属、松粉属无论在数量上或类型上都明显增加，成为本研究区繁盛的高峰期（平均在20%以上），

这些对反映气候特征、确定地质时代有重要意义。另外铁杉粉、水生草本植物花粉常见，含量有明显增加。

值得注意的是本组合中出现了一些对确定地层时代有一定指示意义的属种，如三瓣粉（*Trilolapollis*）、高腾粉（*Gothanipollis*）、石三孔粉（*Tricolporopollenites steinensis*）、粗网孢（*Crassoretitriletes*）、具盖粉（*Operculumpollis operculatus*）及哈氏粗肋孢（*Magnastriatites howardi*）等；三瓣粉被认为是我国南海北部湾雷州半岛渐新世的指示化石（孙湘君等，1980），此类花粉首见于南海北部渐新世涠州组中，在珠江口盆地渐新世早、中期宝安组含量为1.8—8.4%，渐新世晚期珠海组为0—3.6%；琼北福山坳陷渐新世涠州组含量<1%；雷州半岛渐新世中、晚期涠州组二—三段为0—18.3%，渐新世早期涠州组一段为0—4.9%；东海大陆架龙井构造渐新世花港组含量为1—12.6%；从上述可以看出，三瓣粉在南海北部及东海地区的渐新世地层中都有出现，但其最繁盛时期可能在渐新世晚期。高腾粉、哈氏粗肋孢、粗网孢、石三孔沟粉及具盖粉等都是我国南海北部湾地区渐新世的重要分子。

本组合与南海北部涠州组孢粉组合大致可以对比，涠州组组合以哈氏粗肋孢、三瓣粉、厚壁瘤三孔沟粉为特征，其中以栎粉（主要是小亨氏栎粉）和松粉占优势，其它如拟榛粉、三瓣粉、桤木粉、盘山高腾粉、具盖三孔沟粉、枫香粉、榆粉、朴粉以及桦粉等都很丰富，黄杞粉、椴粉、栗粉、狸藻粉、具盖光三孔沟粉、条纹三沟粉、山矾粉等常见，本组合中除未发现弗氏粉、狸藻粉及厚壁瘤三孔沟粉外，其它特征基本是相似的。当前的组合中有40余个属种在涠州组孢粉组合中都有出现，表明二者有较大的相似性。

日本九州北部、本州西部以及北海道等地区第三纪煤系地层中发现早第三纪孢粉组合（高桥清，1983；岗崎田夫，1966），其中渐新世孢粉组合的主要特征是温带落叶阔叶植物及松科植物的花粉相当繁盛，它们常作为组合的优势成分出现，其主要属种有桤木粉、栎粉、松粉、云杉粉、桦科粉、杉粉及栗粉等，其它常见有漆树粉、冬青粉、椴粉、铁杉粉及莫米粉等，这一组合面貌与本组合特征是可以对比的。另外，日本海西部沿海地区（М. Д. Болотникова, 1979）、苏联远东地区中、晚渐新世孢粉组合的主要特征是栎粉、栗粉、榆粉、桑科及松粉等占优势，还常出现铁杉粉、杨梅粉、胡桃粉、枫杨粉、枫香粉、山核桃粉以及雪松粉等；显然，这一组合的面貌与本组合是极为相似的，仅前者杉粉含量较少。

据国内外大量资料表明：渐新世植物群多以温带落叶阔叶植物和山地针叶植物为主组成，其中尤以山毛榉科、松科植物更为繁盛，这一基本面貌与本孢粉组合是一致的。总之，本组合与下部始新世组合存在一定的继承性，但其基本特征显然是有区别的，根据本组合特征及与国内外有关组合进行对比，本组合的时代应为早、中渐新世。

8．栎粉属-松粉属-粗肋孢属-三瓣粉属组合（*Quercoidites-Pinuspollenites-Magnastriatites-Trilobapollis* assemblage）

本组合分布于花港组上段。组合主要特征是：①被子植物花粉占优势，裸子植物花粉次之，蕨类孢子最少；②被子植物花粉中栎粉（以亨氏粉栎和小亨氏栎粉为主）占优势并成为该类花粉在本区发展的最高峰，其含量可达4.5—50%；枥粉、榆粉、桤木粉、三瓣粉、栗粉、桦粉、小菱粉、拟榛粉、朴粉、山核桃粉等常见且具一定含量；枫香粉、胡桃粉、莫米粉、桦粉、芸香粉、大戟粉、冬青粉、椴粉、山矾粉、高腾粉、石三孔沟粉（*Tricolporopollenites steinensis*）等均为常见分子；少量出现禾本粉、莎草粉、柳粉、假

山毛榉粉、榉粉、蓼粉、睡莲粉、具盖粉、楝粉、漆树粉、西里拉粉、伏平粉（*Fupingopollenites*）及忍冬粉等；黑三棱粉和藜粉有明显增加；瘤纹山龙眼粉（*Proteacidites verruciformis*）、刺纹山龙眼粉（*P. spiniformis*）仅出现于本组合中；③裸子植物中松科花粉占优势，其中以松粉为主，杉粉继续保持较高的含量，罗汉松粉、雪松粉、云杉粉及铁杉粉常见；④蕨类植物孢子最重要的特征是粗肋孢占突出地位，含量明显增加，主要为哈氏粗肋孢；光面单缝孢和瘤纹单缝孢常见、紫箕孢、石松孢、凤尾蕨孢、卵形孢零星出现。

从上述特征可以看出，与下部组合相比，本组合发生了明显变化：杉粉、桤木粉明显减少；栎粉显著增加，成为本区含量的最高值；松科花粉继续以优势地位出现；粗肋孢有较大的发展，个别样品含量可达15%以上；同时出现刺纹山龙眼粉、瘤纹山龙眼粉等本组合特征分子；各种三孔粉、石三孔沟粉等为本区发展的最盛期（含量均可达12%左右），榆科、桦科及胡桃科花粉显著增加。

在国内外许多地区第三纪孢粉组合中栎粉具有广泛分布，常作为优势类型出现，其演化总的趋势是早第三纪晚期是该类花粉发展最繁盛的时期，特别是在渐新世晚期多为含量的最高峰。我国南海北部湾、雷州半岛常作为渐新世标志分子的三孔粉，在本组合中达到本区含量的最高峰，这一情况与三孔粉生长的最繁盛时期——渐新世晚期（孙湘君等，1981）是一致的。本组合中出现的瘤纹山龙眼粉、刺纹山龙眼粉始见于渤海沿岸地区中、晚渐新世沙河街组一东营组，尔后在南海北部早渐新世流二段顶部至流一段组合中也发现有这类花粉，因其特征明显，有一定地层意义，可视作本组合的标志分子之一。石三孔沟粉在本组合中占有突出位置，其含量可达12%左右；在南海北部湾始新世—渐新世孢粉组合中，这类花粉含量都很丰富（孙湘君等，1981，1982）。

以哈氏粗肋孢为主的粗肋孢属继续存在，含量进一步增加（达15%以上）；粗肋孢是我国渤海、南黄海地区中新世—上新世孢粉组合中一类重要分子，特别是在中新世常作为优势类型出现，对确定地质时代有重要意义；据此，曾有人认为我国东南地区含大量粗肋孢组合其时代应归中新世；然而，这类孢子在我国南海各地却大量出现在始新世—渐新世孢粉组合中，尤以渐新世含量最高（可达50%以上）（孙湘君等，1980；张一勇，1981），这一情况表明粗肋孢在我国南北方最繁盛的时期是不完全相同的，处于南、北过渡地带的本孢粉组合，就其基本面貌而言，与南方型组合的同一性更大，因而本组合中出现较高含量的粗肋孢并不能表明该组合的时代应属于新第三纪。小菱粉的出现具有重要地层意义，特别是大量小菱粉的存在对确定中新世地层更具重要指示意义；然而这类花粉在本组合中多为零星出现（个别样品含量较高），这一现象无论其数量或类型都与北方地区中新世组合有较大差异，据此，难以将当前的组合归为中新世。

总之，上述所分析的除粗肋孢和小菱粉外的其它属种多为我国南方地区渐新世的重要成分，它们出现的高峰期也主要是晚渐新世，因此，本组合出现较高含量的上述分子充分反映了当前的孢粉组合具有渐新世晚期的特征。

据已有资料分析，我国东南沿海地区第三纪孢粉组合基本上可以分为南方型和北方型，二者既有明显的联系，又存在显著的差别；其共同的特征是都存在大量的栎粉、松粉，有一定含量的桦科、胡桃科、榆科等花粉。但是，在一些重要类型上，南方型和北方型又存在明显的差异，如粗网孢、三孔粉、高腾粉、弗氏粉、厚壁瘤三孔沟粉等分子主要出现

在南方型第三纪孢粉组合中；渭河菱粉、小菱粉等则主要分布在北部地区第三纪孢粉组合中；而粗肋孢在南、北方繁盛的时期是明显不同的。根据当前组合分析、它既含有南方孢粉组合的特征分子，也出现北方孢粉组合的标志分子，因此，本组合表现出明显的南、北方型孢粉组合的过渡性质。

当前的组合可以同南海北部渐新世涠州组组合对比，二者共同特征是：①以小亨氏栎粉为主的栎粉属占优势；②以山毛榉科、桦科、胡桃科、榆科等为主要代表的温带落叶阔叶树种比较丰富，其中主要是栎粉、榆粉、拟榛粉、三瓣粉、桤木粉、胡桃粉等；③裸子植物以松粉为主，常见有雪松粉、杉粉、铁杉粉等；④蕨类孢子中以哈氏粗肋孢占优势，其它光面、瘤面单缝孢也很丰富；⑤热带、亚热带成分常见，但含量不高。所不同的是本组合中粗网孢、厚壁瘤三孔沟粉仅零星出现。

本组合可与东海陆架盆地龙井构造带的栎粉—网面三沟粉—三瓣粉组合（宋之琛，1985）对比，该组合的主要特征是被子植物花粉占优势，其中以栎粉、三瓣粉、网面三沟粉等属为主，桦科、榆科粉常见；裸子植物花粉以松科、杉科为主，并具有较高含量；粗肋孢常见，个别样品含量可达26%，小菱粉零星出现，个别样品可达8.8%；禾本科、藜科和蓼科等草本植物少量出现；这些特征与当前的组合是极其相似的。

综上所述，以山毛榉科、榆科、桦科为代表的大量落叶阔叶树花粉的出现是渐新世孢粉组合的重要特征；松科、杉科花粉占重要地位反映了国内外渐新世孢粉组合的特点；一定含量的三瓣粉、高腾粉、刺纹山龙眼粉、瘤纹山龙眼粉等为代表的渐新世重要分子的存在，反映了该组合的渐新世面貌；本组合的时代应为晚渐新世。

9．松粉属-菱粉属组合（*Pinuspollenites-Sporotrapoidites* assemblage）

本组合分布于海龙井组下段。其组合特征是：①被子植物花粉居优势，含量为39.2—75.7%，裸子植物花粉占20.4—50%，，蕨类孢子为2.3—10.7%；②在蕨类孢子中以*Magnastriatites*为主（平均3.8%），还有*Polypodiaceaesporites, Polypodiisporites, Pterisisporites*等，*Crassoretitriletes*仅个别发现。*Lygodiumsporites*在本组合中未发现；③在裸子植物花粉中*Taxodiaceaepollenites*含量较前一组合有所增加，平均含量为8.7%。松粉属含量较前组合有明显增加，平均可达20.8%，云杉含量为2.6%，铁杉粉个别出现；④被子植物中木本植物花粉仍占重要位置，其中以朴粉属（平均5.8%）、栎粉属（平均5.2%）、榆粉属（平均4.7%）、胡桃粉属（平均2.5%）等为主，此外还有山核桃、木兰、桤木、榛、黄杞、枫香、大戟、椴、紫树、山矾等粉属。草本植物花粉较前有所增加，以菱粉属含量最高，最高达17%（平均7.8%），其次为禾本粉属(*Graminidites*)（平均7%），其它还有藜粉、伏平粉、蒿属、毛茛粉属等。

10．云杉粉属-榆粉属组合（*Piceaepollenites-Ulmipollenites* assemblage）

分布于海龙井组上段。其组合特征为：①以被子植物花粉为主，含量为46.8—60.6%，裸子植物花粉含量为33.8—48.7%，蕨类孢子为4.3—5.6%；②裸子植物中云杉粉（10.9%）和铁杉粉（5.3%）含量较前明显增加，均为本区第三纪以来最高值。松粉属与前组合相比变化不大，平均为19.1%，杉科含量有所下降，平均为5%；③被子植物中木本植物仍以榆粉（平均9.7%）、朴粉（8.2%）、胡桃粉（5%）为主，此外栎、枫香、大戟、椴、紫树、桤木、山核桃、榛等属花粉仍占一定比例。草本植物菱粉属含量下降（平均为1.9%），其它还有禾本科、藜粉、蒿属、毛茛科等；④蕨类孢子仅个别出现，有

粗肋孢、具环水龙骨孢、瘤面水龙骨单缝孢、凤尾蕨孢等。

上述两个组合的特征，可以与东海陆架盆地龙井构造带的早中新世松科—菱粉组合进行对比，其共同点是：①松柏类花粉含量增加，为第三纪以来松柏类花粉含量最高层段；②被子植物中菱粉的含量突出，上部减少；木本植物以蓼荑花序类（主要是桦、栎、胡桃粉）以及榆粉、枫香粉属占重要地位；③出现一定量的粗肋孢。

苏北和南黄海盆地早中新世的松科—水蕨属孢粉组合中松科占重要地位，含量为34.6—50.2%，被子植物以榆和蓼荑花序类植物（桦、栎、栗）为主，还有枫香、山核桃、木兰、山矾、檀香等。草本植物花粉出现类型较多，其中包括有较多的菱粉，这些特征与本组合颇为相似。

我国目前对于中新世，特别是早中新世地层的研究尚感资料不足，目前具有哺乳类化石证据属早中新世地层者仅为青海西宁—民和盆地谢家组上段地层。在其中李传夔等发现了谢家动物群，并认为其时代属早中新世。在该段地层中发现了孢粉，其组合特征为：①被子植物花粉占60%，裸子植物花粉占36%，蕨类孢子含量不高；②在被子植物中以蓼荑花序和榆粉为主；③热带、亚热带分子大部消失，尚存芸香、黄杞等；④双子叶草本植物较多，主要是藜、菊、、豆科等；⑤裸子植物中较突出的是云杉粉，含量可达4—27%，松粉可这0—18%，此特征基本上与这二个组合相似。

日本海西部下中新统普克西纽克组（Пхенюк）孢粉组合（М. Д. Болотникова, 1979）的主要特征是蕨类孢子含量不高；裸子植物与被子植物花粉含量相近，裸子植物以松科（松、云杉和铁杉）为主，被子植物以胡桃科居多，还有较多的桦科（桤木、枥）、栎属等，经常出现的是枫香属。草本植物有菱、蓼、蒿、藜等。这个组合除较当前二个组合有更多胡桃粉外，其它特征是十分相似的。

通过上述对比，我们认为当前的二个组合应归早中新世沉积。

高桥清（1984）总结了日本新第三纪的孢粉组合及其分带，并将北海道中部地区中新世花粉组合与化石植物群进行了对比。在中新世初期称为阿仁合型植物群（气候属冷温型）与其相应的花粉组合尚不清楚；中新统中期的台岛型植物群（气候属暖温性）与其相应的反映暖温性气候的花粉组合称羽幌花粉组合，以后气候转凉，反映冷温性气候的花粉组合称筑别组合，与其相应的大化石植物群尚不清楚。中新世晚期反映温带性气候的三德型化石植物群与其相应的花粉组合称为稚内、峠下花粉组合。由此不难看出，无论是植物化石或是花粉组合都反映了中新世气候的变动。在日本海沿岸的新第三纪，根据其孢粉组合可分为8个花粉带，表现出各个时期气候各有差异。反映早中新世冷温性气候的阿仁合层带1的孢粉组合，具有较多的云杉、冷杉、铁杉、桦、枥及山毛榉等属，而杉科、山核桃、杨梅、榉、栎等属较少。从当前这二个孢粉组合的共同特征来看，它们反映着一个冷温性的气候，应归早中新世沉积。孙秀玉等（1984年）曾论证了在我国及北半球一些地区中新世气候是有一定的变化。从本区第9孢粉组合特征来看，虽然松粉含量较多，但耐阴湿的云杉粉含量较少，一些热带、亚热带分子如菱、黄杞、木兰、桑、山榄等粉属含量较多；而以第10孢粉组合为代表的早中新世晚期云杉粉属含量明显增加，而上述一些热带、亚热带分子消失或减少进一步证明了早中新世初期较早中新世晚期气候要暖和些。

从平湖1井和玉泉1井的早中新世孢粉组合来看，它们有许多共同分子，特别是主要分子是共同的，如粗网孢、粗肋孢、杉科、松、云杉、铁杉、柳、山核桃、胡桃、桤木、桦、枫

香、栎、栗、栎、榆、朴、藜、蓼、芸香、楝、大戟、漆树、冬青、椴、菱、山槐、忍冬、蒿等属花粉。但是也注意到在玉泉1井缺乏许多在平湖1井发现的孢粉，如三瓣孢、雏囊粉、眼子菜、黄杞、枫杨、山毛榉、睡莲、具盖粉、毛茛、木兰、西里拉粉、狐尾藻、弗氏粉、紫树、五加、杜鹃粉、木犀、楝、伏平粉、山矾等粉属。上述二者的差异可能是由于平湖1井的位置更接近大陆，而玉泉1井的位置则远离大陆致使某些类型不易沉积而形成的。

11．芸香粉属-三孔沟粉属组合（*Rutaceoipollis-Tricolporopollenites* assemblage）

本组合分布于玉泉组下段。其主要特征是：①以被子植物为主，占74.5—89.8%，裸子植物次之（8.6—14.6%），蕨类孢子仅占1.5—10.7%；②裸子植物花粉的含量较前组合明显下降，包括杉科（平均2.8%）、松粉（平均4.9%）、云杉粉（平均<1%）、铁杉粉（平均<1%）等；③在被子植物中除栎、胡桃、桤木、桦、山核桃、榆、朴等粉属占重要地位外，热带、亚热带植物的三孔沟、三沟类型较前组合有明显增加，如芸香粉属最高含量可达10.6%，大戟粉最高为6.5%，三孔沟粉含量为2.3—8.5%，紫树粉（0.6—3%），此外还有弗氏粉（0—2.4%）、黄杞、枫香等属花粉；④草本植物禾本科（平均10.6%）、菱粉（平均10%）含量较高，还有豆科、狐尾藻、柳叶菜等粉属；⑤蕨类孢子中粗肋孢较前有所增加（平均4.4%），而水龙骨单缝孢、瘤面水龙骨单缝孢含量无大变化。

根据上述特点可以看出本组合可以与东海陆架盆地龙井构造带中中新世芸香粉属-三沟粉属-扁三沟粉属组合对比，其共同特点是：①松柏类含量不多；②菜蓼花序类和榆科花粉在组合中占一定数量；③热带、亚热带分子如芸香粉属、楝粉属及一些三沟粉属的含量增加；④草本植物明显增多；⑤蕨类孢子有粗肋孢等。

渭河盆地冷水沟组发现了哺乳动物化石，张玉萍等（1978年）认为其沉积时代应归中中新世。冷水沟组的孢粉组合特征是：①裸子植物花粉含量不高；②有较多的菱属花粉（占33%）；③木本植物以菜蓼花序类、榆科植物及一些三孔沟类花粉为主。反映当时气候是温暖湿润的。与当前组合对比两者是十分相似的，说明当前组合的沉积时代不会晚于中中新世。

日本海西部中中新世的孢粉组合与本组合类似，其特征是：①被子植物花粉占64.8%—71.7%，蕨类孢子占4—6%；②裸子植物主要成分是铁杉和冷杉属；③被子植物有山毛榉科（19—23%）、桦科（16.5—22%）、胡桃科和榆科等，其中主要包括栎、山毛榉、栗、桤木、桦、榛、栎、胡桃、枫杨、朴、榉等属；④热带、亚热带分子有*Morus*, *Magnolia*, *Liquidambar*, *Nyssa*, Myrtaceae, *Sapindus* 等；⑤草本植物主要有蓼、藜、蒿、禾本、荨麻、卫矛等科属。高桥清（1984）在总结日本海沿岸新第三纪孢粉组合时将中中新世划分为台岛层（第2带）和七谷层（第3带）孢粉组合。第2带特点是松科花粉不多，下部更少，出现较多的枫香、山核桃，其它还有栗属、栎属（常绿型）、胡桃、枫杨、榉等。发现少量的铁杉、桦、栎、山毛榉、杨梅等。第3带花粉不多，但指示出暖温带气候的类型有常绿性的栎、冬青、山毛榉、杉科等。总之，从上述组合的面貌来看，反映了当时的气候是较温暖的。正如前面我们曾提到中中新世台岛型植物群与其相应的羽幌花粉组合是反映了一个暖温性的气候。

在本组合中，由于有比早中新世含量更多的热带、亚热带分子，且松柏类又有明显地减少，特别是发现了具有重要地层意义的热带植物——弗氏粉，此类花粉比较集中出现在

南海北部大陆架的中中新世地层——角尾组、韩江组和黄流组。所有这些特点都反映了此时的气候，特别是较早中新世是温暖的。根据上述对比及气候特征，我们将本组合划归中中新世沉积。

平湖1井和玉泉1井的中中新世孢粉组合的共同分子是众多的，但其含量有所差异，它们是：瘤面水龙骨单缝孢、凤尾蕨孢、粗肋孢、杉科、松科、云杉、松、铁杉、禾本、柳、山核桃、胡桃、桤木、栗、栎、朴、藜、枫香、芸香、大戟、紫树、菱、山矾、网纹三沟、三孔沟等。由于平湖1井距大陆更近些，故平湖1井出现类型较玉泉1井略多些。这些类型主要有多型红杉粉、麻黄、泽泻、百合、黄杞、具环枫杨、星形枫杨、桦、栎、山毛榉、蓼、漆树、多孔沟粉等。

12．粗肋孢属-枫香粉属组合(*Magnastriatites-Liquidambarpollenites* assemblage)

本组合分布于玉泉组上段。其主要特征是：①被子植物花粉占优势，含量为53.5—79.5%，蕨类孢子与裸子植物含量分别为4.6—31.1%和15.2—16.6%；②蕨类孢子中具重要地层意义的是粗肋孢，平均含量为8.7%；瘤面水龙骨单缝孢略有增加；此外尚有个别的凤尾蕨孢、水龙骨单缝孢、粗网孢等；③被子植物花粉占突出地位的是枫香粉属（平均为14%），其次为榆粉（10.2%）、朴粉（6.2%）、栎粉（5.2%），含量较多的还有山核桃、桤木、山矾等属。灌木、草本植物较突出的类型是伏平粉（*Fupingopollenites*）平均含量为6.1%，此外还有蓼、禾本、毛茛、菱等粉属，总含量为10.8%—16.3%；④裸子植物无论在含量上或类型上均较前组合有所增加，主要有杉、落羽杉、松、泪杉、油杉、云杉、铁杉等粉属，其中铁杉粉属的类型很多，可达6种之多。

本组合明显地可以与东海陆架盆地龙井构造带的粗肋孢属-枫香粉属组合对比，其共同点是：①组合中占突出位置的是枫香粉属和粗肋孢属；②灌木和草本植物花粉含量较前组合有所增加；③在前组合中许多热带、亚热带分子及三沟、三孔沟类型花粉有明显减少；④松柏类植物花粉较前组合不仅类型增加、含量亦有增加。但两者不同之处仍明显可见，即东海陆架盆地龙井构造带粗肋孢属-枫香粉属孢粉组合草本植物中的蓼粉含量较高，达1.8—30.6%，而本组合中仅占0—2.9%，其它如禾本粉属、栎粉属等在本组合中含量均略低。

根据高桥清（1984）所划分的日本海沿岸的晚中新世孢粉组合包括第4至第6孢粉组合带：第4带以铁杉粉属为主，还有松、杉、榆、榉、栗、山毛榉、栎等属（常绿性）；第5带以榆、榉、栗为主，同时有铁杉、杉、桤木、山毛榉、栎（常绿型）；第6带以冷杉、云杉、松、铁杉等为代表的针叶树种花粉含量很高，还有山核桃、桤木、栗、山毛榉、栎（落叶型）、榆等，根据树种的主要成分推测当时的气候已开始恶化，由中中新世的暖温性气候开始转向温凉性气候。正如上述所提到的日本晚中新世三德型植物群(相应的稚内、峠下花粉组合）反映了温带性气候。本组合中反映热带、亚热带气候的一些类型的花粉较前明显减少，松柏类植物和草本植物较前明显增多，反映此时的气候已转向温凉，故当前组合的沉积时代应归晚中新世。

在灵峰1井发现了相当于平湖1井粗肋孢-枫香花粉组合。从该组合的主要成分来看，蕨类孢子主要是粗肋孢，最高含量达12.7%，被子植物中占优势地位的是枫香属。热带、亚热带分子的三沟、三孔沟类型如芸香、楝、大戟等含量很少。草本植物无论在类型或含量上均很多，主要有禾本、蓼、藜、伏平、睡莲、十字花、狐尾藻、菊、蒿等科属。菱粉含量仅

占1%。松柏类植物花粉含量也较高。通过上述对比，我们认为在灵峰1井可能存在晚中新世地层。

通过平湖1井和玉泉1井的晚中新世孢粉组合的对比，发现两者的主要分子如粗肋孢和枫香属的含量均很高，其它一些共同分子如水龙骨单缝孢、瘤面水龙骨单缝孢、粗网孢、杉、松科、云杉、松、铁杉、山核桃、胡桃、桤木、栎、栗、榆、朴、冬青、椴、山矾等，草本植物主要有禾本、黑三棱、蓼、伏平、菊等粉属。我们发现平湖1井的晚中新世孢粉类型仍然多于玉泉1井的类型，如在平湖1井出现的水蕨孢、具环水龙骨孢、凤尾蕨孢、具唇孢、落羽杉、泪杉、油杉、眼子菜、柳、黄杞、枫杨、桦、栎、山毛榉、边沟孔、榉、具盖粉、毛茛、大戟、槭树、无患子、凤仙花、鼠李、胡颓子、紫树、车前、忍冬等粉属，在玉泉1井井未出现。

13．禾本粉属-蓼粉属组合（*Graminidites-Persicarioipollis* assemblage）

本组合分布于三潭组下段。其主要特征是：①被子植物花粉占优势(89.8—90.4%)，裸子植物花粉占5.1—8.9%，蕨类孢子为1.1—4.5%；②蕨类孢子仅个别出现，主要为水龙骨单缝孢、瘤面水龙骨单缝孢。在前组合起重要作用的粗肋孢在此仅个别出现；③裸子植物花粉在组合中不起重要作用，主要成分有杉、松、云杉等；④被子植物中草本植物花粉含量首次超过木本植物花粉（含量为43.6—54.8%）。禾本科花粉含量较高（平均为15.3%），其次为蓼粉属、网纹多孔粉属、蒿属、藜科、毛茛科、伏平粉属等，在中新世组合中曾起过重要作用的菱粉属在本组合中未发现；⑤木本植物仍以枫香粉属为主，含量较前略有减少（平均为10%），其它还有山核桃、栎、榆、朴等粉属。

14．水龙骨单缝孢属-松科组合（*Polypodiaceaesporites*-Pinaceae assemblage）

本组合分布于三潭组上段。其总的特征是：①成分单调。被子植物占优势（55.2%），蕨类孢子次之，占27.3%，裸子植物花粉居第三位；②蕨类孢子以瘤纹水龙骨单缝孢和水龙骨单缝孢为主，粗肋孢未见；③裸子植物中松科的平均含量较前增加，主要成分是松、云杉、铁杉、冷杉等；④被子植物中草本植物占17.8%，主要有禾本、蓼、藜、毛茛、柳叶菜粉、网纹多孔粉等属，菱粉亦未发现；⑤木本植物亦以枫香粉属为主，其它还有桤木、栗、栎、榆等粉属。

从13、14孢粉组合面貌来看，草木植物在组合中起着十分重要的作用，因而与中新世孢粉组合有着十分明显的差异。

在北半球，特别是中纬度地区，从上新世开始草本植物在孢粉组合中占突出地位，例如我国晋中南榆社盆地上新统张村组孢粉组合，反映干旱气候条件的草本植物花粉可占孢粉总数的35%，在渭河上新统永乐店群第Ⅳ组孢粉组合，草本植物花粉含量高达60%；北京地区上新世孢粉组合中草本植物花粉可占70%；在苏北和南黄海盆地上新世上盐城群孢粉组合中草本植物花粉含量亦很高。

上述资料表明，第13和14孢粉组合无疑应归上新世沉积。

从第13孢粉组合的特征来看，可以与东海陆架盆地龙井构造的早上新世蓼-禾本科-网面多孔粉属亚组合对比，其共同特征是：①蕨类孢子中粗肋孢的数量和类型明显减少；②裸子植物数量不大；③在本区中新世起重要作用的菱粉零星出现或未发现；④草本植物在组合中起重要作用，主要有禾本科、蓼粉等。根据这一对比，我们认为第13孢粉组合应归早上新世沉积。

第14孢粉组合可以与东海陆架盆地龙井构造带的晚上新世藜粉属-禾本粉属-水龙骨单缝孢属亚组合对比，后者松粉和水龙骨单缝孢的含量略高些。这种差异只是由于地理位置和陆生植物花粉搬运程度的不同，从而产生了某些植物花粉含量的差异，而它们的沉积时代应是相近的。在此我们将14组合划归晚上新世沉积。

从灵峰1、玉泉1和平湖1三口井的孢粉资料来看，在上新世它们的主要分子是共同的，主要有水龙骨单缝孢、瘤面水龙骨单缝孢、杉、松、云杉、铁杉、柳、桤木、桦、栎、栗、栎、榆、朴、冬青、椴、山矾等粉属。在灵峰1井或玉泉1井中单独存在的类型并不多，且含量也不高，但在平湖1井却出现了较玉泉1井和灵峰1井更多的孢粉类型，如卷柏孢、凤尾蕨孢、具环水龙骨孢、紫萁孢、具环孢、胡桃粉、桦、漆树、唇形、车前、多孔等粉属；有一些类型是与灵峰1井共有的，如眼子菜、莎草、大戟、山毛榉、豆、伏平、唇形等粉属。平湖1井与玉泉1井共有的类型不多，只有山核桃、紫树等粉属。

15．水龙骨单缝孢属-藜科组合（*Polypodiaceaesporites*-Chenopodiaceae asaemblage）

本组合分布于东海群。其组合特征是：①蕨类孢子较前增多，主要分子仍然是水龙骨单缝孢和瘤面水龙骨单缝孢，其它还有石松、具环水龙骨孢、三缝孢、凤尾蕨孢等属；②裸子植物花粉中杉和松科的花粉含量和类型都较前有所增加，松科中包括雪松、油杉、落叶松、云杉、松、铁杉等。此外，还出现了柏科、麻黄等属；③被子植物花粉类型多种多样，栎（2.8—25.9%）和榆（3.8—6.2%）含量较多，此外还有胡桃、桤木、枫杨、桦、栎、山毛榉、栗、柳、椴、忍冬、黄连木、蔷薇等属。热带、亚热带分子有桑、芸香、冬青、、山矾、无患子、紫树等属；④草本植物有藜、禾本、毛茛、蒿、黑三棱、眼子菜、百合、柳叶菜、紫菀等属。

从本组合的总体面貌来看，木本植物占优势地位，草本植物在含量上有明显下降，同时存在一些热带、亚热带植物，反映当时气候转暖，一些适应温暖气候的植物，又可迁移回本地。

本组合面貌与刘金陵等（1977）所论证的上海平原地区更新世温暖期带Ⅰ的孢粉组合相似。两者共同点是：①蕨类孢子主要为水龙骨单缝孢；②松柏类植物有松、油杉、铁杉、云杉、雪松、柏科、杉科；③被子植物花粉主要为栎、榆、枫杨、栗、山核桃、槭等属，草本植物有禾本科、藜科、蒿属、眼子菜属等。两组合的差异在于本组合中未发现粗肋孢。

从植物群成分来看，本组合除有不多的耐寒种在当地没有生长外，大部分为当地或附近地区现在所生长的植物，由于本组合样品采集不够系统，资料不够充分，故暂将本组合归第四纪更新世沉积，难以进一步划分。

（二）古植物群及古气候

1．古新世

根据孢粉组合特征推测，本区古新世植物群可以分为三个发展阶段。

第一阶段（古新世早期）：此阶段喜热常绿阔叶植物占重要地位，其中以杨梅，木麻黄、化香树、黄杞、栗、紫树、桃金娘、山榄、杉等科属为代表；以裸、桤木、栎、榆及朴等为主的喜温落叶阔叶植物占次要地位。以松柏类为代表的耐寒山地针叶植物不繁盛；只有喜

温热的杉科植物相对地较为发育，水生植物少见，而耐旱、耐盐碱的麻黄属则相对多一些；因此可以推测当时的植被为常绿阔叶林型，其中也生长有较多的、适应性较强的落叶阔叶植物，林下地被层仅有少量蕨类植物生长，水边柳属生长茂盛，水中生长少量黑三棱、眼子菜等水生植物，在盐碱化的岸边地带生长着麻黄属植物。上述植物群面貌反映了湿热的南亚热带气候。

第二阶段（古新世中期）：本阶段喜热的杨梅科有很大的发展，种类可增加到8种以上，达到该类植物发展的最繁盛时期并构成植物群的优势种，木麻黄科植物也达到了其最繁盛阶段，铁青树科、杉科等比前一阶段更为发育，喜温落叶阔叶植物、特别是菜黄花序类植物也有不同程度的发展，类型更加多样化；地被层中水龙骨科有增加的趋势，耐寒的松柏类植物更加衰退。以上表明当时的气候比古新世早期更为温暖湿润，更适宜于各类阔叶植物的生长，当时的植被应属常绿阔叶林型，林下生长有以水龙骨科为代表的蕨类植物，寒冷的高山地带分布有小面积的松柏类针叶林；故当时的植物群反映了湿热的南亚热带气候。

第三阶段（古新世晚期）：此时喜热的杨梅科最繁盛的时期已过，种类和数量稍有减少；榆树和紫树植物却大量繁盛，属种增加；铁青树科类型增加，栗、山榄等也有参加；喜温的榆科各属种是构成植被的重要成分。松柏类植物仍然不甚发育。耐旱的麻黄属植物已衰退；黑三棱、眼子菜等水生植物随着水体的扩大而发展；上述表明当时常绿阔叶林比古新世中期更加繁茂，林下地被层生长着海金沙、水龙骨等蕨类植物，针叶林进一步向高山地区退缩。以上说明这个时期的气候是古新世三个阶段中最为湿热的。

2．始新世

根据孢粉组合特征，本区始新世植物群的发展可以分为早、中、晚三个阶段。

早期阶段可视作古新世植物群的继续和发展。此时期孢粉组合特征表明被子植物占优势，古新世极为繁盛的杨梅科继续成为本期植物群的优势种群，许多常绿、落叶阔叶树种有广泛分布，主要代表有：山核桃属、黄杞属、榆属、朴属、芸香属、枫香属、紫树属、铁青树属、极树属、夹竹桃属以及漆树属等，其中热带、亚热带成分普遍存在。现代杨梅科植物广布于我国东、西部地区，主产于亚热带，少数生长于湿带。可以推测这个时期广大平原、低洼地区分布着以杨梅科植物为主的常绿、落叶阔叶林植被，林下生长以水龙骨科为主的蕨类植物，在一些丘陵、山地可能生长有以松科或杉科为主的稀疏针叶林带。这时期的气候为较潮湿的亚热带气候。

始新世中期的植物群发生了很大变化，在古新世占优势的杨梅科植物已大大衰退，仅零星出现；此时期植物群演化的主要特点是被子植物继续占优势，类型更趋于多样化，无明显的优势种群，以三沟、三孔沟花粉为代表的热带、亚热带常绿、落叶阔叶植物进一步发展，特别是喜湿热的属种明显增加，主要有：杨梅属、山核桃属、金缕梅属、槟榔属、芸香科、楝科、大戟科、冬青属、漆树属、枫香属（部分产湿带）等。总的来看，此时期植被是以栎、栗为主的、其中混生有胡桃科、榆科、金缕梅科植物的常绿、落叶阔叶林；根据松、云杉、铁杉、桦科等山地喜温凉植物不太繁盛，热带、亚热带成分明显增加，可以认为本区始新世中期为亚热带—热带气候，比早期的气候更加湿热，同时在地形上可能更加平坦。

始新世晚期的植被又有了新的变化，表现为蕨类植物和裸子植物比早、中期繁盛，被

子植物由优势地位变为略占优势地位。蕨类植物中海金沙科大量发展；现代海金沙科为一类典型的热带、亚热带湿热气候条件下生长的植物，它的大量存在反映了湿热气候特征。被子植物中桤木属大量增加，成为植物群中的优势种群；现代桤木属为典型的温带山地植物，同时也是我国各纬度带常见的喜温植物；栎属也有较大含量。裸子植物较繁盛的有松科和杉科。以产三沟、三孔沟花粉为代表的热带、亚热带植物频繁出现，但数量有所减少。根据孢粉组合特征可推测当时植被的主要景观是：在平原、低洼和丘陵地带分布有以栎属、山核桃属、杉科等为主的稀疏阔叶林和针阔叶植物的混交林，林下广泛生长着海金沙科和水龙骨科等蕨类植物，远离平原的山地分布着以松科、桦科为主的针叶林或针阔叶混交林带。热带、亚热带植物常见，有的还以优势种群出现，常绿、落叶阔叶树种占有一定位置，表明这时期为较湿润的亚热带气候，可能比中期的气温略有下降。

3．渐新世

本区渐新世植物群发生了很大变化，主要特点是以栎属植物为代表的落叶阔叶植物有了很大的发展，在植物群中占有最重要位置，杉科和松科植物继续以优势种群出现，水蕨植物频繁出现，少数样品达到相当高的含量。现代栎属普遍生长在温带、亚热带丘陵及低山区，它们有常绿阔叶或落叶阔叶两类树种，是我国北温带—亚热带阔叶林的重要成分之一；松科植物为北半球分布最广泛的山地针叶林的主要组成分子，本期植物群中松科明显增加，表明这时期山地及丘陵面积有所扩大，气温下降。现代杉科主要生长在亚热带地区，部分可在温带地区生长，是一类喜热、湿润的植物，多喜欢生长在沼泽、低洼地区。水蕨属广泛分布于我国长江流域及其以南的热带、亚热带地区，它的大量出现反映了湿热气候的特征。

除上述几种主要成分外，这一植物群还出现相当数量的桦科、胡桃科及榆科等落叶阔叶植物；以冬青属、胡颓子属、无患子科、芸香科、山核桃属、漆树属、五加科、桑科、山龙眼科、楝科、大戟科、山矾属、水龙骨科等为代表的热带、亚热带成分也常见，但其数量及类型较始新世已明显减少。

本区渐新世植物群演化的重要特征是一方面以栎属为代表的阔叶植物大量发展和松科植物更加繁盛，另一方面反映了该植物群具有我国南北植物群过渡性质，它既具有北方植物群的一些湿带型植物属种，又含有南方一些喜湿热植物类型，这是一个具有明显过渡性质的植物群。

根据孢粉组合特征可以推论本区渐新世植被特征为森林型，以山毛榉科、桦科为代表的温带—亚热带落叶阔叶林占主导地位；以松科、杉科为主要成分的针叶林也起着重要作用；在湖沼或低洼地区广泛分布有杉科、山毛榉科、榆科、胡桃科等组成的针阔叶混交林，在远离平原、低洼的山地则生长着以松科、桦科等为主的针阔叶混交林，同时在湖沼、低洼的林下水蕨属、水龙骨科等植物比较繁盛；总之，以多种类型森林为主的本区渐新世植物群的结构和组成是复杂的。根据早、中期和晚期成分的变化，可得出本区渐新世早、中期是杉科植物发展的极盛时期，晚期是栎属生长的顶峰期，故早、中期气温略高、湿度略大，而晚期的气温有所下降，湿度减小，较早、中期略干旱。根据杉科、水蕨属有明显增加，水生草本植物时有出现这一特征，可能反映了此时期湖泊、沼泽及低洼地形较始新世发育，水体面积有所扩大。此时的气候应为亚热带。

4．中新世

自早第三纪以来，大量生长的常绿阔叶树种，至新第三纪逐渐为蔷薇花序类及落叶乔木所代替，并取得了优势地位；这些成分主要有柳、胡桃、椆木、桦、栎、榛、山毛榉、栎、榆、朴、榉、椴、忍冬等树种，同时还生长着许多目前在长江中、下游地区常见的树种，如山核桃、黄杞、化香树、枫杨、栗、桑、昆栏树、木兰、枫香、豆科、大戟、芸香、冬青、紫树等树种。松柏类在中新世也占据了重要地位，其主要树种有松、云杉、铁杉等。依据森林成分我们推测中新世植物群应为针、阔叶混交林。在森林周围的池沼中，可以生长大量的水生植物，如眼子菜、菱及水蕨等；在林下及低平处生长着许多草本植物如蓼、旋花、藜、菊等。总之，本区中新世植被特征是以蔷薇花序类植物为主的针叶、阔叶混交林，同时有一定数量的热带、亚热带树种参与。反映了中一南亚热带植被类型，气候应归中一南亚热带。

从孢粉组合的变化来看，在中新世早期，由于耐寒的云杉、松等松柏类较多，它们为本区第三纪以来的最高峰，因此可以认为此时反映了一个较为冷湿的气候。但此时的气候也有波动，正如前文所论述的，在早中新世初期的气候要略暖些。

中新世中期，云杉、松等耐寒植物分布面积缩小，占突出地位的是一些热带、亚热带植物树种，反映当时的气候较温暖湿润。

在中新世晚期，由于针叶树种及草本植物的增加，喜暖树种的减少，当时的气候开始恶化，表明由中中新世的暖温性气候转向温凉性气候。

5．上新世

从孢粉成分来看，草本植物在地质历史上首次超过了木本植物，草本植物以蓼、禾本、藜、旋花等为主，木本植物以枫香为主，还有榆、栎、朴等，构成了森林草原植被景观。上新世草原植物类型、特别是耐干旱的草原型植物的明显增加，而在中新世起着重要作用的菱、水蕨等水生植物在此时出现很少或未有出现，反映出当时本地的气候较中新世变得干、凉一些。同时，我们也注意到在木本植物中生长着一些热带、亚热带植物，如枫香、山核桃等，故当叶气候应属北亚热带型。

6．第四纪

本区第四纪时期的植物类型多种多样，木本植物栎、榆仍然是优势种，还有胡桃、桦、山毛榉等植物生长，热带、亚热带树种不仅数量多且类型也多样化，松柏类植物类型有所增加，如雪松、油杉、云杉、铁杉等。草木和蕨类植物生长亦很茂盛，这时的植物群反映了一个以阔叶林占优势的针、阔叶混交林植被类型，气候应归北一中亚热带型，由于松柏类植物的生长，因而推测该地区此时的年平均气温较目前略低些。

（三）属 种 描 述

蕨类植物 Pteridophyta

紫萁科 Osmundaceae

紫萁孢属 *Osmundacidites* Couper, 1953

渐新紫萁孢 *Osmundacidites oligocaenicus* (Krutzsch) Song & Zheng, 1984

（图版 1，图 20）

1967 *Baculatisporites primarius oligocaenicus*, Krutzsch, 60 页，图版12，图1—3。

1984 *Osmundacidites oligocaenicus*, 宋之琛等，18页，图 25。

层位与分布 玉泉组下段；云南景谷上第三系。

海金沙科 Lygodiaceae

无突肋纹孢属 *Cicatricosisporites* Potonie & Gelletich, 1933

细肋无突肋纹孢 *Cicatricosisporites minutaetriatus* (Bolch) Pocock

（图版 1，图 11—13）

1964 *Cicatricosisporites minutaestriatus*, Pocock；159 页，图版2，图18。

1978 *Cicatricosisporites minutaestriatus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，57 页，图版 10，图2。

层位与分布 灵峰组；渤海沿岸地区的早第三纪沙河街组。

假耳无突肋纹孢 *Cicatricosisporites pseudoaurifer* (Bolch.) Li, 1981

（图版 1，图14—18；图版2，图1—4）

1961 *Anemia pseudoaurifer*, Bolchovitina；52页，图版14，图7a—f。

1981 *Cicatricosisporites pseudoaurifer* (Bolch.) Li；宋之琛等，54页，图版10，图 20。

层位与分布 灵峰组上段；云南早白垩世早期至晚白垩世晚期及江苏地区的早白垩世晚期至晚白垩世早期浦口组。

小无突肋纹孢 *Cicatricosisporites minor* (Bolch.) Pocock, 1964

（图版 1，图 19）

1964 *Cicatricosisporites minor*, Pocock；160页，图版Ⅱ，图20-23。

1981 *Cicatricosisporites minor*, 宋之琛等，52页，图版10，图1，2，7。

层位与分布 灵峰组上段；加拿大早白垩世阿尔必期和我国江苏地区的早白垩世葛村组均有分布。

多罗格无突肋纹孢 *Cicatricosisporites dorogensis* Pot. & Gell.

（图版 2，图5）

1978 *Cicatricosisporites dorogensis*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，57 页，图版 10，图1。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区的早第三纪沙河街组。

具唇孢属 *Toroisporis* Krutzsch, 1959

长缝具唇孢 *Toroisporis* (*Divitoroisporis*) *longilaesuratus* Song & Zheng

(图版2，图 20；图版 5，图 7,9)

1981 *Toroisporis*(*Divitoroisporis*)*longilaesuratus* Song & Zheng, 宋之琛等，42页，图版3，图 15—17。

层位与分布 灵峰组；江苏地区古新世阜宁组三、四段，始新世戴南组。

海金沙孢属 *Lygodiumsporites* (Potonie, Thomson & Thiergart 1950) Potonie, 1956

平多罗格海金沙孢 *Lygodiumsporites leiodorogensis* (Krutzsch) Ke et Shi, 1978

(图版2，图 21；图版 5，图 1,3)

1959 *Leiotriletes leiodorogensis* Krutzsch, 63页，图版4，图22。

1978 *Lygodiumsporites leiodorogensis*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，59页，图版 8，图5。

层位与分布 灵峰组；渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组；欧洲早第三纪。

小艾德里海金沙孢 *Lygodiumsporites microadriensis* (Krutzsch) Ke & Shi 1978

(图版2，图19；图版6，图 7)

1959 *Leiotriletes microadriensis*, Krutzsch；61—62 页，图版1，图3—7。

1978 *Lygodiumsporites microadriensis*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，59页，图版7，图14—18。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区的早第三纪孔店组—东营组。

瘤面海金沙孢属 *Lygodioisporites* R. Potonie, 1951

壮瘤面海金沙孢 *Lygodioisporites solidus* R. Potonie, 1950

(图版 3，图14)

1950 *Lygodioisporites solidus*, R. Potonie etc.；45 页，图版 A，图 5，6。

1981 *Lygodioisporites solidus*, 宋之琛等，43页，图版6，图 2。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区的古新世阜宁组。

希指蕨孢属 *Schizaeoisporites* R. Potonie, 1951

光型希指蕨孢 *Schizaeoisporites laevigataeformis* (Bolch.) Gao & Zhao 1976

(图版3，图 4)

1961 *Schizaea laevigataeformis*, Bolhovitina；29—30页，图版Ⅵ，图1a—e。

1976 *Schizaeoisporites laevigataeformis*, 高瑞祺等，34 页，图版 V，图13—16。

1981 *Schizaeoisporites laevigataeformis*, 宋之琛等，47页，图版13，图 25—32。

层位与分布 灵峰组上段；苏联晚白垩世，早白垩世阿尔必期也可见到；我国见于江苏地区早白垩世晚期至晚白垩世早期浦口组、晚白垩世泰州组。

凤尾蕨科 Pteridaceae

凤尾蕨孢属 *Pterisisporites* Sung & Zheng, 1976

波形凤尾蕨孢 *Pterisisporites undulatus* Song & Zheng, 1981

(图版2，图 12，13)

1981 *Pterisisporites undulatus* Song & Zheng, 宋之琛等，58 页，图版 12，图21—27。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区的晚白垩世泰州组，古新世阜宁组及渐新世三垛组。

粒纹凤尾蕨孢 *Pterisisporites granulatus* Song & Zheng. 1981

(图版 2，图 14a, b, 15)

1981 *Pterisisporites granulatus* Song & Zheng, 宋之琛等，58 页，图版12，图28—30。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区的早白垩世晚期—晚白垩世早期浦口组和古新世阜宁组。

厚角凤尾蕨孢 *Pterisisporites fatangularis* Liu, 1981

(图版 3，图 10)

1981 *Pterisisporites fatangularis* Liu, 宋之琛等，58页，图版12，图10—12。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区的晚白垩世泰州组。

瘤纹四孢属 *Verrutetraspora* Song & Zheng, 1980

精致瘤纹四孢 *Verrutetraspora elegans* Song & Zheng

(图版3，图 1)

1981 *Verrutetraspora elegans* Song & Zheng, 宋之琛等，63页，图版12，图31—34。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区的古新世阜宁组三、四段；渐新世三垛组。

水蕨科 Parkeriaceae

粗肋孢属 *Magnastriatites* Germeraad, Hopping et Muller, 1968

粒肋粗肋孢 *Magnastriatites granulastriatus* Li, 1985

(图版 3，图8)

1985 *Magnastriatites granulastriatus* Li, 地质矿产部海洋地质综合矿究大队等，65页，图版17，图2—14；9—11。

层位与分布 玉泉组下段；东海龙井构造带中新世玉泉组。

哈氏粗肋孢 *Magnastriatites howardi* Germeraad, Hopping & Muller, 1968

(图版 3，图 5，9，11)

1968 *Magnastriatites howardi*, Germ. & al., 288页，图版3，图1。

1981 *Magnastriatites howardi*, 石油勘探公司南海分公司等，34页，图版4,图1,2,8,9；图版30，图10，14。

层位与分布 玉泉组上段；印度、尼日利亚、哥伦比亚晚渐新世—中新世；北部湾拗陷、雷州半岛、涠洲组—望楼港组。

铁线蕨科 Adiantaceae

三角孢属 *Deltoidospora* (Minor) Pot., 1956

赛底维三角孢 *Deltoidospora seidewitzensis* (Krutzsch) Hu

(图版3，图6；图版4，图 2)

1962 *Leiotriletes seidewitzensis*, Krutzsch, 30页，图版 8，图19-24。

1985 *Deltoidospora seidewitzensis*, Hu；地质矿产部海洋地质综合研究大队等，77 页，图版23，图3，4。

层位与分布 灵峰组下段；也见于东海龙井构造带三潭组。

规则三角孢 *Deltoidospora regularis* (Pflug)Song & Zheng

(图版5，图4—6，10，12；图版 6，图 1)

1953 *Laevigatisporites neddem* subsp. *regularis*, Thomson & Pflug；54页，图版2，图2—7。

1959 *Leiotriletes regularis*, Krutzsch；57页。

1981 *Deltoidospora regularis*(Pflug)Song & Zheng；宋之琛等，65页，图版 2，图 1—3，7，8。

层位与分布 灵峰组上、下段及玉泉组下段；江苏地区的渐新世三垛组及中新世—上新世盐城群。

安底三角孢 *Deltoidospora adriensis* (Pot. & Gell.) Song & Zheng, 1981

(图版 5，图2，8，11；图版6，图5，6)

1953 *Punctatisporites adriensis*, Thomson & Pflug；57页，图版2，图 71。

1959 *Leiotriletes adriensis*, Krutzsch；57 页。

1981 *Deltoidospora adriensis*(Pot. & Gell.)Song & Zheng；宋之琛等，66页，图版 2，图9—12。

层位与分布 灵峰组；江苏地区晚白垩世泰州组；古新世阜宁组三、四段；渐新世三垛组二段。

水龙骨科 Polypodiaceae

具环水龙骨孢属 *Polypodiaceoisporites* R. Potonie, (1951), 1956

变异具环水龙骨孢 *Polypodiaceoisporites volubilis* Song & Zheng, 1981

(图版 3，图2，3)

1981 *Polypodiaceoisporites volubilis* Song & Zheng；宋之琛等，62页，图版Ⅱ，图5—10。

层位与分布 东海群；平湖1井三潭组上段；江苏地区的古新世阜宁组。

水龙骨单缝孢属 *Polypodiaceaesporites* (Thiergart, 1937, 1938) Potonie, 1956

纤细水龙骨单缝孢 *Polypodiaceaesporites gracilis* (Wilson & Webester) Ke & Shi

(图版6，图4，16；图版7，图1)

1967 *Laevigatisporites gracilis*, Krutzsch；144页，图版52，图1—8。

1978 *Polypodiaceaesporites gracilis*, (Wilson & Webester)，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，68页，图版12，图1—3。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区的早第三纪孔店组一东营组。

哈氏水龙骨单缝孢 *Polypodiaceaesporites haardti* (Pot. & Ven.) Thiergart

(图版7，图 2—4)

1956 *Polypodiaceaesporites haardti*, Potonie；76页。

1978 *Polypodiaceaesporites haardti*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，69页，图版12，图4—15。

层位与分布 灵峰组；渤海沿岸地区的早第三纪孔店组一东营组。

平瘤水龙骨孢属 *Polypodiisporites* Potonie, 1934

大瘤平瘤水龙骨孢 *Polypodiisporites megafavus* (Krutzsch) Song & Zheng

(图版6，图9，10)

1967 *Verrucatosporites megafavus*, Krutzsch；194页，图版73，图8—11。

1984 *Polypodiisporites megafavus* Song & Zheng；宋之琛等，27页，图版4，图8。

层位与分布 灵峰组；东海龙井构造带三潭组一东海群；云南景谷中新世；欧洲渐新世至上新世。

外颗粒单缝孢属 *Extrapunctatosporis* Krutzsch, 1959

大粒外粒单缝孢 *Extrapunctatosporis megapunctos* Krutzsch

(图版6，图 17，18，21)

1959 *Extrapunctatosporis megapuncios*, Krutzsch, 200, 40, 图 437，438。

1981 *Extrapunctatosporis megapunctos*, 石油勘探公司南海分公司等，35页，图 6，21，24。

层位与分布 灵峰组上段；莺歌海坳陷三亚组；北部湾坳陷、雷琼地区第三系；珠江口坳陷珠江组、珠海组。

卵形外粒单缝孢 *Extrapunctatusporites ovatus* Zhang

(图版6，图13—15；图版7，图7，8，11—13)

1981 *Extrapunctatusporites ovatus*, Zhang；石油勘探公司南海分公司等，35页，图版6，，图14，15，19，20。

层位与分布 灵峰组；莺歌海坳陷三亚组；北部湾坳陷、雷琼地区流沙港组；珠江口坳陷珠江组、珠海组。

裸子植物 Gymnospermae

罗汉松科 Podocarpaceae

罗汉松粉属 *Podocarpidites* (Cookson) R. Potonie, 1958

副安定型罗汉松粉 *Podocarpidites parandiniformis* Ke & Shi

(图版8，图 6)

1978 *Podocarpidites parandiniformis*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，80页，图版17，图1，2，4，5，7。

层位与分布 灵峰组下段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组三段—东营组。

维囊粉属 *Parcisporites* Leschik, 1955

原始维囊粉 *Parcisporites parvisaccus* Song & Zheng

（图版11，图19—22）

1981 *Parcisporites parvisaccus*, 宋之琛等，82页，图版27，图1—7。

层位与分布 灵峰组；江苏地区的古新世—阜宁组。

松科 Pinaceae

单束松粉属 *Abietineaepollenites* Potonie, 1951

大型小囊单束松粉 *Abietineaepollenites microalatus* f. *major* Potonie

（图版8，图12；图版10，图1，4，6）

1953 *Pityosporites microalatus* f. *major*, Thonson & Pflug, 67页，图版5，图54—58。

1958 *Abietineaepollenites microalatus*, Potonie, 61页。

1981 *Abietineaepollenites microalatus*, f. *major*, R. Potonie, 宋之琛等，92页，图版21，图8，9；图版23，图4。

层位与分布 灵峰组上段；江苏地区的古新世阜宁组；中新世—上新世盐城群等。

小西单束松粉 *Abietineaepollenites microsibiricus* (Zakl.) Ke & Shi

（图版10，图8）

1957 *Pinus microsibiricus*, Zaklinskaja, 144页，图版Ⅺ，图6，7。

1978 *Abietineaepollenites microsibiricus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，82页，图版24，图10，11。

层位与分布 灵峰组下段；渤海沿岸地区的早第三纪沙河街组—东营组。

双束松粉属 *Pinuspollenites* Raatz, 1937

大型双束松粉 *Pinuspollenites labdacus* f. *maximus* Potonie, 1981

（图版9，图3）

1981 *Pinuspollenites labdacus* f. *maximus* Potonie, 宋之琛等，91页，图版22，图6，8，9；图版23，图2。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区的晚白垩世泰州组；中新世—上新世盐城群。

小型双束松粉 *Pinuspollenites labdacus* f. *minor* R. Potonie

（图版9，图9；图版10，图3）

1981 *Pinuspollenites labdacus* f. *minor* R. Potonie, 宋之琛等，91页，图版22，图1，3，4；图版23，图1，3，5，7，8。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区晚白垩世泰州组，古新世阜宁组，渐新世三垛组一段，中新世—上新世盐城群。

扁体双束松粉 *Pinuspollenites taedaeformis* (Zakl.) Ke & Shi

(图版 9，图4，10；图版10，图2)

1957 *Pinus taedaeformis*, Zaklinskaja, 156页，图版XIV，图5—11。

1958 *Pinuspollenites taedaeformis*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，91页，图版24，图4，6，7。

层位与分布 灵峰组及玉泉组；渤海沿岸地区的早第三纪沙河街组。

雪松粉属 *Cedripites* Wodehouse, 1933

拟小囊雪松粉 *Cedripites microsaccoides* Song & Zheng

(图版9，图2；图版 10，图 5)

1981 *Cedripites microsaccoides* Song & Zheng, 宋之琛等，89页，图版25，图13，14；图版26，图1—6。

层位与分布 灵峰组；江苏地区古新世阜宁组。

薄弱雪松粉 *Cedripites tenuis* Song Zheng

(图版9，图 5)

1981 *Cedripites tenuis* Song & Zheng, 宋之琛等，87页，图版 25，图 1—3。

层位与分布 灵峰组上段；江苏地区晚白垩世泰州组；古新世阜宁组。

中型雪松粉 *Cedripites medius* (Zauer) Krutzsch

(图版9，图 8)

1971 *Cedripites medius*, Krutzsch, 24页。

1981 *Cedripites medius*, 宋之琛等，88页，图版19，图11；图版25，图5，6。

层位与分布 灵峰组下段；江苏地区早白垩世葛村组；晚白垩世泰州组；古新世阜宁组；始新世戴南组；苏联西伯利亚古新世。

油杉粉属 *Keteleeriaepollenites* Nagy 1969

铁坚杉型油杉粉 *Keteleeriaepollenites davidianaeformis* (Zaklinskaja) Song & Zheng

(图版9，图 1)

1957 *Keteleeriaepollenites davidianaeformis*, Zaklinskaja, 123页图版4，图 4—6。

1984 *Keteleeriaepollenites davidianaeformis*, 宋之琛等，36页，图版 7，图 15。

层位与分布 玉泉组上段；云南景谷第三纪。

云杉粉属 *Piceaepollenites* Potonie, 1931

具囊云杉粉 *Piceaepollenites alatus* Potonie

(图版 8，图 14)

1958 *Piceaepollenites alatus*, Potonie, 64页。

1978 *Piceaepollenites alatus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，87页，图版 20，图 1—6。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区早第三纪孔店组—沙河街组。

宽圆云杉粉 *Piceaepollenites tobolicus* (Panova) Ke & Shi

(图版8，图 11，13)

1971 *Piceapollis tobolicus*, Krutzsch, 104页，图版22。

1978 *Piceaepollenites tobolicus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，88页，图版20，图 7—12；图版21，图 1。

层位与分布 玉泉组上段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组—东营组。

铁杉粉属 *Tsugaepollenites* R. Potonie & Venitz 1934

大型具缘铁杉粉 *Tsugaepollenites igniculus* f. *major* Potonie

（图版10，图9，10，12；图版11，图 1）

1958 *Tsugaepollenites igniculus major*, Potonie, 48页。

1978 *Tsugaepollenites igniculus* f. *major*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，91页，图版19，图8—14。

层位与分布 玉泉组上段及灵峰组上段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组—东营组；德国渐新世—上新世。

小型具缘铁杉粉 *Tsugaepollenites igniculus* f. *minor* Potonie

（图版10，图 11，15）

1951 *Tsuga-pollenites igniculus minor*, Potonie, 145 页。

1978 *Tsugaepollenites igniculus* f. *minor*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，92页，图版19，图1—4。

层位与分布 玉泉组上段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组—东营组；德国新第三纪。

具刺铁杉粉 *Tsugaepollenites spinulosus* (Krutzsch) Ke et Shi

（图版10，图 13）

1971 *Zonalapollenites spinulosus*, Krutzsch, 148页，图版41，图1—10。

1978 *Tsugaepollenites spinulosus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，92页，图版19，图 15，16。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区渐新世东营组；德国渐新世—上新世。

多刺铁杉粉 *Tsugaepollenites multispinus* (Krutzsch) Sun & Deng

（图版 10，图14）

1971 *Zonalapollenites multispinus*(=*Tsuga multispinus*)Krutzsch, 162页，图版48，图1—11。

1980 *Tsugaepollenites multispinus*(Krutzsch)Sun & Deng, 孙秀玉等，101页，图版 2，图2，6。

层位与分布 三潭组顶部；德国上新世；我国渭河盆地晚第三纪永乐店群。

杉科 Taxodiaceae

柳杉粉属 *Cryptomeriapollenites* (Kremp 1949) ex R. Potonie, 1958

大型柳杉粉 *Cryptomeriapollenites largus* Kremp

（图版11，图 2）

1949 *Cryptomeriapollenites largus*, Kremp, 58页，图版5，图30。

1981 *Cryptomeriapollenites largus*, 宋之琛等，96页，图版30，图6—8。

层位与分布 灵峰组上段；江苏地区的始新世戴南组至渐新世三垛组一段；渤海沿岸早第三纪孔店组—东营组；中欧晚第三纪。

红杉粉属 *Sequoiapollenites* Thiergart 1937, 1938

多型红杉粉 *Sequoiapollenites polyformosus* Thiergart

（图版 11，图12—16）

1971 *Sequoiapollenites polyformosus*, Krutzsch, 212页，图版 68。

1978 *Sequoiapollenites polyformosus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，94页，图版 29，图22，24—30。

层位与分布 灵峰组下段；渤海沿岸地区早第三纪孔店组—沙河街组。

杉粉属 *Taxodiaceaepollenites* Kremp, 1949

破隙杉粉 *Taxodiaceaepollenites hiatus* (Potonie) Kremp

（图版11，图 3，5，6）

1949 *Taxodiaceaepollenites hiatus*, Kremp, 59 页。

1978 *Taxodiaceaepollenites hiatus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，95 页，图版 29，图1—7，9，10。

层位与分布 灵峰组；渤海沿岸地区早第三纪孔店组—东营组。

麻黄科 Ephedraceae

麻黄粉属 *Ephedripites* Bolchovitina, 1953 ex Potonie, 1958

契干麻黄粉 *Ephedripites* (*Ditachyapites*) *cheganicus* (Shalhmundes) Ke & Shi

（图版11，图 9）

1965 *Ephedra cheganica* Shakmundes, 221页，图版Ⅱ，图 1—4。

1978 *Ephedripites*(*Ditachyapites*)*cheganicus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，97 页，图版 32，图 1—9。

层位与分布 灵峰组下段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组、孔店组。

三肋麻黄粉 *Ephedripites* (*Ditachyapites*) *trinata* (Zakl.) Krutzsch

（图版 11，图4，17）

1957 *Ephedra trinata*, Zaklinskaja, 177页，图版XVII，图10—12.

1964 *Ephedripites trinata*, Krutzsch, 宋之琛等，247页，图版XV，图20，21.

层位与分布 灵峰组上段；山东等地始新世至渐新世。

肥胖麻黄粉 *Ephedripites* (*Distachyapites*) *obesus* Ke et Shi

（图版 11，图18）

1978 *Ephedripites*(*Distachyapites*)*obesus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，99页，图版30，图12。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区渐新世沙河街组三段。

被子植物 Angiospermae

禾本科 Gramineae

禾本粉属 *Graminidites* Cookson 1947

细球禾本粉 *Graminidites subtiliglobosus* (Trevisan) Krutzsch

(图版12，图 1)

1967 *Monoporopollenites subtiliglobosus* Trevisan, 49页，图版33，图6a—f。

1970 *Graminidites subtiliglobosus*(Trevisan)Krutzsch, 54页，图版2，图1—12。

花粉粒轮廓圆—椭圆形，常具褶皱，中等大小或较大。具单孔，孔直径 2.5—4 μm，具2—3μm宽的环。外壁厚度0.5—1μm。表面具弱—明显的细颗粒纹饰。当前标本的大小为34.5μm，特征与此种完全一致。

层位与分布 三潭组；曾见于德国上新世至更新世。

黑三棱科 Sparganiaceae

黑三棱粉属 *Sparganiaceaepollenites* Thiergart 1937

黑三棱粉 *Sparganiaceaepollenites sporganioides* (Meyer 1956) Krutzsch

(图版 12，图2)

1970 *Sparganiaceaepollenites sparganioides*(Meyer)Krutzsch, 80页，图版12，图 1—35。

花粉粒近圆形，直径27—30μm。具单孔，孔形状不规则。外壁厚约 2μm 左右。表面纹饰网状，网眼呈不规则的多角形。

层位与分布 花港组；曾见于德国中新世。

木麻黄科 Casuarinaceae

木麻黄粉属（新属） *Casuarinaepollenites* Sun M.-R. (gen. nov.)

属型 *Casuarinaepollenites casuarinoides* Sun M.-R. (gen. & sp. nov.)

属征 花粉粒扁圆形—近圆形。极面观轮廓圆三角形、方形。具 3 或 4 孔，孔位于赤道的角端，圆形或子午向伸长的椭圆形；孔无盾状区或盾状区不明显。表面纹饰颗粒状或颗粒联成的条纹状，纹饰在孔周围密集并变粗。中等大小。

新属与 *Casuarinidites* Cookson & Pike 1954 的区别在于后者的孔有明显的盾状区（aspis），表面光滑或纹饰很细弱。新属的孔无盾状区或盾状区不明显，表面纹饰颗粒状或颗粒联成的条纹状。新属与 *Myricaceoipollenites* Potonie, 1951 ex Potonie, 1960 及 *Myricipites* Wodehouse, 1933 也相似，后二者的孔一般有明显的孔庭（atrum）而与新属区别。

亲缘关系 Casuarinaceae-*Casuarina*。

时代 古新世。

木麻黄粉（新属、新种） *Casuarinaepollenites casuarinoides* Sun M.-R. (gen. et sp. nov)

(图版 12，图3—6；图版13，图4)

正型标本 图版12，图3—6；孢32-(1)-12e。

极面观轮廓圆三角形，三边强烈凸出，角端浑圆，直径32.63—36.79μm。具三孔，孔圆形，位于赤道角端。外壁厚约2.5μm，外层厚于内层。表面纹饰颗粒状，赤道附近颗粒变粗，在孔周围颗粒不仅变粗且相联成短条纹状。

比较与讨论 新种与现代的 *Casuarina equisetifolia* Linn 的花粉很相似，均为在孔的周围颗粒变粗，且常联成短条纹状。

层位 灵峰组上段。

无盾木麻黄粉（新属、新种） *Casuarinaepollenites exaspidatus* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

(图版12，图 7，8，10，11)

正型标本 图版12，图7，孢32-(2)-3。

花粉粒扁圆形，极轴25.64μm，赤道轴32.11μm；极面观轮廓圆三角形，直径32.11—39.61μm。具三孔，孔近圆形，位于赤道角端，无盾状区。外壁厚约2μm，外层略厚于内层；外壁在孔附近不加厚。表面纹饰颗粒状，孔附近颗粒渐变粗，至孔口颗粒粗而密集，有的颗粒相联成短条纹状。

比较与讨论 新种与*C. casuarinoides* 比较，以个体略大，孔不具盾状区而不同于后者。

层位 灵峰组上段。

四孔木麻黄粉（新属、新种） *Casuarinaepollenites tetraporus* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

(图版12，图 9，12—16)

正型标本 图版12，图15，FL39-(2)-3。

极面观轮廓正方形，直径 25.63—36.25μm。具四孔，位于赤道角端，子午向伸长的椭圆形。外壁厚约 2μm 左右，外层厚于内层，在孔区外壁一般无变化或略微加厚，故孔的盾状区不明显或无盾状区。表面纹饰颗粒一粗颗粒状，孔口周围颗粒密集，但不相联。

比较与讨论 新种以具四孔，颗粒在孔周围密集而不相联区别于 *C. casuarinoides* 和 *C. exaspidatus*.

层位 灵峰组上段。

杨梅科 Myricaceae

拟杨梅粉属 *Myricaceoipollenites* Potonié, 1951 ex Potonié, 1960

属型 *Myricaceoipollenites megagranifer* (Potonie) Potonié

属征 花粉粒扁球形，极面观轮廓圆三角形。孔微突。外壁较厚，具细而明显的内网状或为颗粒状纹饰。轮廓线平滑。

讨论 此属与杨梅粉属 *Myricipites* 的区别在于后者的孔强烈凸出，外壁光滑，极面观轮廓近圆形。

凹孔拟杨梅粉（新联合） *Myricaeoipollenites cavilloratus* (Drugg 1976) (comb. nov.)

(图版12，图17—25；图版18，图11，19)

1967 *Myricipites cavilloratus* Drugg, 56页，图版8。图20, 21, 50。

花粉粒扁圆形，极面观圆三角形直径 26—32.62μm。具三孔，孔圆形，排列于赤道或亚赤道，多数为偏于一极的亚赤道位置；孔微突出，一般有孔庭，孔庭明显。外壁厚约2μm，外层厚于内层。表面纹饰内粗颗粒，颗粒排列均匀而似网状。

讨论 德鲁格（Drugg）所定的*Myricipites cavilloratus*从图版看孔略凸出，而且外壁纹饰明显。与*Myricaceoipollenites*的属征接近，而与*Myricipites*的属征不同，与将其与*Myricaceoipollenites*联合。

层位与分布 灵峰组；此种见于美国加利福尼亚州Maastrichtian-Danian期的莫里诺组（Mereno）。

异常拟杨梅粉（新种） *Myricaceoipollenites abnormis* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 12，图 26,27）

正型标本 图版12，图27，孢32-(2)-20b。

极面观轮廓圆三角形，直径28—30.29μm。具三孔，孔圆形或子午向伸长的椭圆形，位于赤道角端，微凸出或不凸。外壁厚 2.3μm，内层厚于外层；在极区常出现不规则的外壁变薄区，此变薄区有时不在极区的正中，而偏向一旁。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 新种以较厚的内层及在极区有不规则的变薄区为特征，并以此区别子其他种。

层位 灵峰组上段。

厚壁拟杨梅粉（新种） *Myricaceoipollenites pachydermus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版12，图28—34；图版13，图 1—3，6，7）

正型标本 图版13，图3，PL39-(3)-11a.

极面观轮廓圆三角形，直径 25.63—32.6μm。具三孔，孔圆形或子午向伸长的椭圆形，位于赤道或亚赤道；孔一般不凸出，偶而微突。外壁厚 3μm 左右，外层厚于内层，在孔周围外层略加厚或不加厚。表面纹饰内网状，轮廓线平滑。

比较与讨论 当前新种以较厚的外壁为特征而区别子其他种。

层位 灵峰组上段。

具环拟杨梅粉（新种） *Myricaceoipollenites annulatus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 13，图 5，8，9）

正型标本 图版13，图9，FL 39-(2)-9.

极面观轮廓圆三角形，直径30.29—35μm。具三孔，孔宽椭圆形，子午向延伸；大小为2.33×1.5μm，具孔环，位于赤道端。外壁厚约 2μm 左右，外层厚于内层；近孔外壁微加厚，形成孔环。表面纹饰内小疣状。轮廓线平滑。

比较与讨论 本新种以孔具孔环，表面纹饰内小疣状为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组。

内粒拟杨梅粉（新种） ***Myricaceoipollenites intragranulatus*** **Sun M.-R.(sp.nov.)**

(图版 18，图 12，13)

正型标本 图版18，图12，孢45-(2)-12。

极面观圆三角形，直径 33.78—36.11μm。具三孔，孔位于赤道角端，为子午向伸展的椭圆形，不凸出。外壁厚约 2.5μm，内层略厚于外层；表面具内颗粒状纹饰，颗粒细而密。轮廓线平滑。

比较与讨论 当前新种以具内颗粒状纹饰为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

灵峰拟杨梅粉（新种） ***Myricaceoipollenites lingfengensis*** **Sun M.-R.(sp.nov.)**

(图版 13，图 10—18，20—22；图版 14，图 25，26；图版 18，图 14—16)

正型标本 图版13；图12，孢44-(2)-2。

极面观轮廓圆三角形，直径 28—31μm。侧面观扁圆形，大小为 31.5×32.7μm。具三孔，孔圆形，位于赤道。无孔环且不外突。外壁厚 2μm，外层厚于内层，近孔外壁厚度一般无变化。表面纹饰颗粒状，孔周围颗粒密集。

比较与讨论 新种的孔不具环区别于 *M. annulatus*，与*M. pachydermus* 及*M. abnormis* 相比，新种以较大的个体区别于后二者，*M. cavilloratus* 的孔多数位于亚赤道，且有明显的孔庭面与新种区别。

层位 灵峰组。

杨梅粉属 ***Myricipites*** **Wodehouse, 1933**

小杨梅粉（新种） ***Myricipites minor*** **Sun M.-R.(sp.nov.)**

(图版 13，图 19，23—27)

正型标本 图版13，图26，PL39-(1)-4。

极面观轮廓圆或近圆形，直径 22.13—26μm。具三孔，孔子午向伸长的椭圆形，位于赤道。孔径 1.5—2μm，孔凸出于轮廓线外，具明显的盾状区和孔庭。外壁厚约 1.5—2μm，内、外层厚度相等；内层在孔附近中断，外层向外翘起。表面纹饰弱内颗粒状。轮廓线平滑。

比较与讨论 *M. dubius* Wodehouse(1933) 的外壁光滑而与新种区别。新种的个体小而区别于其他种。

层位 灵峰组。

显明杨梅粉（新种） ***Myricipites conspicuus*** **Sun M.-R.(sp.nov.)**

(图版 13，图 28—34；图版 14，图 1—10，20)

正型标本 图版13，图34，PL39-(1)-6。

极面观轮廓圆形—近圆形，直径27—32.69μm；侧面观扁圆形，大小为26.79—30.29×29.12—32.62μm。具三孔，孔圆形，位于赤道；孔径2.3μm；孔具2.3μm宽的环，并有明显的孔庭。外壁厚2.33μm，外层略厚于内层或内、外两层相等；在孔附近内层中断，外层继续延伸至孔口并外翘。表面具内颗粒纹饰。

比较与讨论 新种个体大于*M. minor*，且极轴较长，故常可见到侧面位置的标本。由于其外壁较坚固而无褶皱区别于*M. corrugus*及*M. speciosus* Manum(1962)

层位 灵峰组。

褶皱杨梅粉（新种） *Myricipites corragus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 14，图 11—19，21—24)

正型标本 图版14，图18，孢32-(1)-5d。

极面观轮廓圆形—圆三角形，直径28—38μm。三孔，孔圆形或子午向伸长的椭圆形，排列于赤道。具明显的孔庭和环。外壁厚约1—1.5μm。内、外层厚度相等，在孔附近内层中断，外层延伸至孔口并外翘。由于外壁较薄，极区常具外壁褶皱。表面纹饰内颗粒状。

比较与讨论 当前新种以极区具褶皱为特征而区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

胡桃科 Juglandaceae

山核桃粉属 *Caryapollenites* Raatz. 1937

三角山核桃粉 *Caryapollenites triangulus*(Pflug) Krutzsch

(图版 14，图 28)

1953 *Subtriporopollenites simplex* subsp. *triangulus* Thomson & Pflug, 86页，图版9，图57—61。

1961 *Caryapollenites triangulus* (Pflug 1953) Krutzsch, 311页。

1977 *Caryapollenites triangulus* (Pflug 1953) Krutzsch, 45页，图版20，图27—29。

属位与分布 平湖组；

在抚顺煤田中晚始新世计军屯组和西露天组，渤海沿岸地区始—渐新世孔店组—东营组及德国古新世至中始新世均有发现。

三角山核桃粉（比较种） *Caryapollenites* cf. *triangulus* (Pflug) Krutzsch

(图版 15，图 15)

讨论 当前标本的直径为43.10μm，比*C. triangulus*较大，其他特征与*C. triangulus*相同，故定为比较种。

层位 花港组。

古新山核桃粉（新种） *Caryapollenites paleocenicus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 14，图 30—33；图版 15，图 1)

正型标本 图版14，图31，孢32-(2)-4b。

极面观轮廓圆三角形或三角形，三边平直或微凸，直径 25.63—28μm。具三孔，孔圆形或椭圆形，椭圆形孔的长轴垂直于子午线；孔位于亚赤道，孔口直径 2.33μm 或1×2.33μm。外壁厚约 1.5—2μm，外层厚于内层，在极区外壁变薄。表面具内细颗粒—弱颗粒状纹饰。

比较与讨论 新种以极区变薄，外壁较厚区别于*Carya paleocenica* Stanley(1965)。以较小的个体及外壁具内颗粒状纹饰区别于*C. simplex*和*C. triangulus*.

层位 灵峰组。

近孔山核桃粉 *Caryapollenites juxtaporipites* (Wodehouse) Sun X.-J. & al.

(图版 15，图 2，3)

1933 *Hicoria juxtaporipites* Wodehouse, 504页，图30。

1980 *Caryapollenites juxtaporipites* (Wodehouse) Sun X.-J. & al. 孙湘君等，82 页，图版 VII，图 19—20。

层位与分布 灵峰组；曾见于抚顺煤田始新世早中期古城子组和计军屯组及北美始新世绿河组。

极环山核桃粉（新种） *Caryapollenites polarannulus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 15，图 4—9)

正型标本 图版15，图9。PL39-(2)-16。

极面观轮廓三角形，三边平直，角端浑圆、直径 24—28μm。具三孔，亚赤道排列，孔圆形，孔口直径1.5—2μm。外壁厚约2μm，外层倍厚于内层。外壁在极区呈三角形或近圆形的变薄，变薄区周围常绕以 2—3μm 宽的环，环可能是由外壁加厚而成。表面纹饰细—弱颗粒状。

比较与讨论 新种以外壁在极区变薄，变薄区常绕以2—3μm 宽的环为特征，并以此与其他种区别。

层位 灵峰组。

小山核桃粉（新种） *Caryapollenites minor* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 15，图 10—14)

正型标本 图版15，图10，孢32-(2)-28。

极面观轮廓三角形，三边直或微凸，直径 21—23.3μm。三孔，亚赤道排列，圆形或椭圆形，椭圆形孔的长轴垂直于子午线。外壁厚约1.5μm。在极区外壁变薄，变薄区近圆形或被腐蚀成不规则的各种形状，其直径约 11μm。表面具内细颗粒状或弱粒状纹饰，轮廓线平滑。

比较与讨论 新种以较小的个体与其他种区别。

层位 灵峰组。

黄杞粉属 *Engelhardtioidites* Potonie, Thomson & Thiergart, 1951

凹边黄杞粉 *Engelhardtioidites concavus* (Pflug) Zhou

(图版 15，图 19)

1953 *Triatriopollenites concavus* Thomson & Pflug, 81页，图版8，图64—75。

1981 *Engelhardtioidites concavus* (Pflug) Zhou, 宋之琛等，110页，图版33，图1。

层位与分布 灵峰组；

江苏古新世阜宁组四段；德国第三纪早期。

凹边黄杞粉（比较种） *Engelhardtioidites* cf. *concavus* (Pflug) Zhou

(图版 15，图 18)

讨论 所见标本与 *E. concavus* (Pflug) Zhou 1981 的特征很相似，唯个体较小，不超过15μm，故定其为比较种。

层位 灵峰组上段。

古新黄杞粉（新种） *Engelhardtioidites paleocenicus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 15，图 21—25)

正型标本 图版15，图21，孢45-(2)-1。

极面观轮廓三角形，三边微凸或平直，直径 16.31—21μm。三孔，孔呈子午向伸长的椭圆形，位于赤道角端。外壁厚度 <1—1.5μm，外层厚于内层。在孔附近外壁微变薄。极区具褶皱。表面光滑或具弱颗粒纹饰。

比较与讨论 新种以极区具外壁褶皱为特征，并以此与其他种区别。

层位 灵峰组。

拟黄杞粉属 *Engelhardtioipollenites* Potonié, 1931 ex Potonie, 1960

讨论 宋之琛等（1981，110页）认为*Engelhardtioipollenites*和*Engelhardtioidites*两属无显著区别，只是体积略有大小之别，而按优先原则采用了 *Engelhardtioidites*。在工作过程中，我们感到这两属不仅是大小不同，而且从形态上也有区别。前者除体积较大外，轮廓是角端浑圆的圆三角形，三边凸出；后者的轮廓是三角形，边直，角端锐圆。前者的孔不突出，后者的孔微突出或不突，因此两者皆被采用。

点纹拟黄杞粉 *Engelhardtioipollenites punctatus* (Potonié) Potonié

(图版 15，图 17；图版 17，图 38)

1951 *Engelhardtioipollenites punctatus* Potonié，图版XX，图36，37。

1953 *Triatriopollenites coryphaeus* subsp. *punctatus* Thomson & Pflug, 80页，图版8，图15—17。

1981 *Engelhardtioidites punctatus*, 宋之琛等，111页，图版33，图3。

层位与分布 灵峰组；曾见于我国江苏古新世阜宁组二段及德国中新世。

宁静拟黄杞粉 *Ehgelhardtioipollenites quietus* Potonie

（图版 15，图 20—26）

1951 *Engelhardtioipollenites quietus* Potonie，图版XX，图36，37。

1953 *Triatriopollenites quietus* Thomson & Pflug，81页，图版8。图80—84。

1981 *Engelhardtioidites quietus*，宋之琛等，111页，图版33，图4。

层位与分布 平湖组及花港组；江苏古新世阜宁组三、四段至渐新世三垛组及欧洲早第三纪始新世均有出现

宁静拟黄杞粉（比较种） *Engelhardtioipollenites* cf. *quietus* Potonie

（图版 15，图 27）

讨论 所见标本比*E. quietus* Potonie 1951三孔间的内褶皱明显，其他特征均与之相似，故定为比较种。

层位 灵峰组下段及平湖组。

胡桃粉属 *Jnglanspollenites* Raatz, 1937

圆形胡桃粉（比较种） *Juglanspollenites* cf. *rotundus* Ke et Shi

（图版 15，图 35—37；图版 16，图 7）

讨论 当前标本的特征与 *J. rotundus* Ke et Shi 很相似，唯纹饰略微粗糙些，故定为比较种。

层位 玉泉组。

莫米粉属 *Momipites* Wodehouse, 1933 emend Nichols, 1973

Nichols(1973) 讨论了*Momipites*和有关的属，他说*Momipites* Wodehouse 1933 最先是为*Engelhardtia-Alfaroa*群的化石花粉建立的属名，属的特征和属型*Momipites coryloides* 的描述和讨论证明了此属名被应用于胡桃科这个特殊 的花粉 群。Stanley(1965) 调查了绿河组*Momipites coryloides*（虽非正型），其结论是*M. coryloides*为*Engelhardtia* 的化石种。Wodehouse为何没有把*M. coryloides* 归到胡桃科。由于Wodehouse 从绿河植物群命名一相似的种*Engelhardtia coryloides*，*E. coryloides*和*M. coryloides*仅以大小区分，前者大小是21—23μm，后者为21—33μm，显然是因为现生的*Engelhardtia* 花粉直径小于 25μm。而 Wodehouse 的 *M. coryloides* 与胡桃科的近似是重要的。Nichols 修定了*Momipites*的属征。修定属征是："三孔，偶有 2 孔或 4 孔，具明显的孔庭，外壁在极区具或不具各种构造，如变薄或三辐射状加厚等。大小范围 15—40μm"。Nichols 认为修定了的*Momipites* 所包括的种显示现代*Engelhardtia* 和*Alfaroa* 典型的形态。另外一些特征发现于现代的*Carya*和*Platycarya*。Nichols 还认为属于*Momipites* 的种明显代表胡桃科早第三纪的类群。我们采用Nichols修定的属征，并将*Momipites*列于胡桃科。

*Momipites*与*Plicatopollis* 很相似，而莫米粉的极区变薄斑与三辐射加厚不在同一个

标本上出现。三辐射加厚也较短，不伸达孔，仅为半径的1/2，或不指向孔而垂直于三边。

广莫米粉 *Momipites amplus* (Leffingwell) Nichols

(图版 16，图 49)

1970 *Maceopolipollenites amplus* Leffingwell, 30页，图版7，图1, 2, 5。

1973 *Momipites amplus* (Leffingwell) Nichols, 108页，图版1，图27。

花粉粒扁圆形，极面观轮廓圆三角形，直径 20.94—38μm。三孔，位于赤道。外壁厚度 1—1.5μm。在孔区外壁微加厚或不加厚；在极区外壁变薄，形成一圆形—三角形的变薄区，变薄区直径10μm左右，表面粗糙。

层位与分布 灵峰组下段；美国古新世。

莱氏莫米粉 *Momipites leffingwellii* Nichols & Ott

(图版 16，图 48；图版 17，图 10)

1978 *Momipites leffingwellii* Nichols & Ott, 103页，图版1，图27—30。

花粉粒扁圆形，极面观轮廓三角形，三边平直或内凹，角端浑圆，直径 16—25μm。三孔，具孔庭，外孔圆形或子午向伸长的椭圆形，外孔径约1—2μm，内孔径约6—10μm。外壁在赤道附近厚约 1μm，内层不延伸到孔口而中断形成孔庭，外层延伸到孔口并微加厚。表面均匀地散布着细颗粒状纹饰。在一极围绕外壁正常厚度的极岛变薄形成极环，极环宽约 1—3μm，环形状各异，圆形—三角形。当前标本的直径为 23.3μm，具近圆形极环，环宽2μm，极岛直径9.32μm。

层位与分布 灵峰组下段；美国怀俄明州古新世Fort Union组。

薄极莫米粉 *Momipites tenuipolus* Anderson

(图版 17，图 8,9)

1960 *Momipites tenuipolus* Anderson, 25页，图版7，图14；图版8，图 14—15。

1970 *Maceopolipollenites tenuipolus* (Anderson) Leffingwell, 31页，图版6，图4。

花粉粒扁圆形，极面观轮廓三角形或亚三角形，边直或微凸，角端浑圆，直径14—24μm。具三孔，孔小而纵长，不突出于轮廓线外，孔径约 1.5μm。外壁在孔附近厚约 1.5μm，在极区明显变薄，有些花粉粒的变薄区是外壁在极区的再加厚而形成轮廓不明晰的岛；表面纹饰粗糙—内颗粒纹。当前标本的直径为20—22.13μm。其他特征相同。

层位与分布 灵峰组下段；美国新墨西哥州San Juan盆地早古新世。

三叉莫米粉（新种） *Momipites trifurcus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图 16，图 50；图版 17，图 13—15)

正型标本 图版17，图15，孢29-(1)-35。

极面观轮廓三角形，边微凸，角端钝圆，直径18.64—23.3μm。三孔，排列于赤道，孔椭圆形，纵长，无明显的孔庭。外壁厚度小于 1μm，在孔附近外壁微加厚；在极区外壁呈三叉状加厚，叉指向孔，但未达到孔区，短而宽，约为半径的1/2，宽约3—4μm。表

面具弱而细的内颗粒纹饰。

比较与讨论 新种以极区具短而宽的三叉状加厚为特征。与 *M. trileti pollenites*(Rouse) Nichols 1975 比较，后者在极区具垂直于三边的三缝状褶皱；与 *M. triradiatus* Nichols 1973 比较，后者三辐射状加厚，长达孔庭，且具明显的孔庭，而与新种区别。

层位 灵峰组。

拟三缝莫米粉（新种） *Momipites paratriletus* Sun M.R. (sp. nov.)

(图版 17，图 16，17)

正型标本 图版17，图17，PL39-(3)-5。

极面观轮廓三角形，边凸或微凸，角端锐，直径19.80μm。三孔，子午向伸长的椭圆形，位于赤道。外壁厚约1μm，在孔附近微加厚并微微有些翘起；极区具宽而短的三辐射状加厚，加厚的中央形似具唇的三缝状变薄；此三辐射状加厚短，约为半径的 1/2；表面具内颗粒状纹饰。

比较与讨论 当前新种的主要特征是极区具特殊的三辐射加厚，加厚带的中央形似具唇的三缝状变薄，并以此与其他种区别。

层位 灵峰组上段。

三缝莫米粉 *Momipites trileti pollenites* (Rouse) Nichols

(图版 17，图 18，19)

1957 *Engelhardtia trileti pollenites* Rouse, 369页，图版2，图33。

1973 *Momipites trileti pollenites* (Rouse) Nichols, 107页。

层位与分布 玉泉组；南海北部大陆架始新世—渐新世流沙港组，中新世珠江组；美国早第三纪。

隐现莫米粉（新种） *Momipites occultatus* Sun M.R. (sp. nov.)

(图版 17，图 20—23)

正型标本 图版17，图20，PL39-(3)-28。

极面观轮廓三角形，三边平直或微凸，直径17.47—21μm。三孔，孔纵向伸长，位于赤道。外壁厚度小于 1μm。表层厚于内层，在孔附近外壁微加厚；在极区隐约可现垂直于三边的Y形痕，Y形痕非外壁褶皱，可能是外壁在极区厚度的变化所致，Y形痕宽约3—4μm；表面光滑，或具内颗粒纹饰。

比较与讨论 当前新种的主要特征是在极区具不明显的隐约可辨的，且垂直于三边的Y形痕，与 *Momipites trileti pollenites* (Rouse) Nichols 比较，后者具明显的三缝状外壁加厚。

层位 灵峰组。

化香树粉属 *Platycaryapollenites* Nagy, 1969

三假沟化香树粉（新种） *Platycaryapollenites trifalsus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 15，图 40，41)

正型标本 图版15，图41，孢31-(2)-7。

极面观轮廓近圆形或三边凸出的三角形，直径 16.14—18.64μm。三孔，椭圆形，位于赤道。外壁厚约1μm，外层厚于内层；表面光滑或具模糊的细颗粒纹饰。极面具三条假沟（pseudocolpi），假沟呈向内弯曲的弧形交叉。

比较与讨论 当前新种以三条向内弯曲的弧形交叉的假沟为特征，并以此区别与其他种。

层位 灵峰组上段。

东营化香树粉 *Platycaryapollenites dongyingensis* Ke et Shi

（图版 16，图 1）

1978 *Platycaryapollenites dongyingensis* 石油化学工业部石油勘探规划研究院等，105页，图版34，图25—30。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸早第三纪沙河街组—东营组。

东营化香树粉（比较种） *Platycaryapollenites* cf. *dongyingensis* Ke et Shi

（图版 15，图 45，46）

讨论 当前标本与*P. dongyingensis* Ke et Shi 1978 的特征很相似，唯三边明显突出，故定其为比较种。

层位 平湖组—花港组。

粗糙化香树粉（新种） *Platycaryapollenites scabridus Sun* M.-R. (sp. nov.)

（图版 15，图 42—44）

正型标本 图版15，图44，孢47-(5)-6b。

极面观轮廓三角形，边微凸出，直径22.13—23.3μm。三孔，子午向伸长的椭圆形，位于赤道角端，外壁薄，约<1—1μm，常褶皱；外层厚于内层。表面粗糙或具细颗粒状纹饰。具两条长短不等并相互交叉的假沟。

比较与讨论 当前新种以表面粗糙或具细颗状纹饰为特征，并以此与其他种区别。

层位 灵峰组。

斯瓦斯特化香树粉 *Platycaryapollenites swasticoidus* (Elsik) Frederiksen & al.

（图版 15，图 38，39；图版 17，图 25）

1974 *Platycarya swasticoidus* Elsik, 94—95页，图版2，图30—31。

1978 *Platycaryapollenites swasticoidus* (Elsik) Frederiksen & Christopher, 136页，图版2，图23—26。

极面观轮廓三角形，边凸出或微凸出，直径19.8—20.97μm。三孔，孔纵长，排列于赤道。外壁厚约 1—1.5μm。表面平滑或弱颗粒纹饰。在两极半球上各有三条宽的假沟，每

三条假沟相互交叉。

比较与讨论 本种的主要特征是在两极半球上各有三条宽的假沟，每三条假沟相互交叉，并以此与其他区别。*Platycaryapollis trisolutionis* Krutzsch(1977) 具三个水滴状的假沟，从图版看与当前标本的假沟相似。由于*Platycaryapollenites* Nagy(1969) 与*Platycaryapollis* Krutzsch(1969) 是同年建立的，而Nagy所建立的属被Frederiksen (1978) 修正，并被大多数人采用。在此采用Nagy(1969) 的命名。

层位与分布 灵峰组；美国南卡罗利那州 (South Carolina) 早始新世。

枫杨粉属 *Pterocaryapollenites* Thiergart 1937

具环枫杨粉 *Pterocaryapollenites annulatus* Song

(图版 16，图 4，5)

1985 *Pterocaryapollenites annulatus* Song，地质矿产部海洋地质综合研究大队，123 页，图版 43，图 21—24。

层位与分布 海龙井组及玉泉组；见于东海陆架龙井构造带海龙井组至东海群。

桦科 Betulaceae

桤木粉属 *Alnipollenites* Potonie 1931

弯弓桤木粉（新种） *Alnipollenites inflexus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 16，图 6，10)

正型标本 图版16，图6，平173-(1)-9a。

极面观轮廓四边形，直径 15—16μm。具四孔，孔椭圆形，位于赤道角端。孔间具弓形脊，弓形脊长而且清晰，呈弯度很大的弯弓状，弯弓的弓背几乎接近极区。弓形脊宽约2.3μm。外壁厚约 1μm，近孔处外壁加厚。表面具内颗粒状纹饰。

比较与讨论 当前新种以具长而弯度很大的弓形脊为特征。与*A. metaplasmus*相比，二者均为四孔，但后者的弓形脊不明显且弯度很小，有的近乎直的。

属位 花港组及灵峰组上段。

异杂桤木粉属 *Paraalnipollenites* (Hills et Wallance) emend Sun X.-J. & al., 1980

混杂异常桤木粉（比较种） *Paraalnipollenites* cf. *confusus* (Zaklinskaja) Hills et Wallance

(图版 16，图 20)

讨论 当前标本的孔不突出于赤道轮廓外，其他特征与 *P. confusus* (Zaklinskaja) Hills & al. 相似，故定为比较种。

属位 灵峰组下段。

肋桦粉属 *Betulaepollenites* R. Potonie, 1934

玉泉肋桦粉（新种） *Betulaepollenites yuquanensis* Sun M. R. (sp. nov.)

（图版 16，图 22—25）

正型标本 图版16，图24平,D8-(1)-11。

极面观轮廓三角形，边凸出或微凸出，直径 17.47—22.13μm。具三孔，位于赤道角端；孔具孔环、唇及孔庭。孔间有弓形脊相联接，弓形脊直，常顺赤道伸展，有时略弯曲。外壁厚度小于1μm；表面具模糊的内颗粒纹饰。轮廓线平滑。

比较与讨论 新种与 *B. plicoides* (Zakl.) Song & Tsao (1976)，*B. claripites* (Wodehouse) Song & Tsao (1976) 及 *B. infrequens* (Stanley) Rouse & Srivastava (1972) 比较，后者的个体均比新种大，且外壁光滑而与新种区别。

层位 玉泉组。

褶皱肋桦粉 *Betulaepollenites plicoides* (Zaklinskaja) Song & Tsao

（图版 16，图 27，28）

1969 *Triatriopollenites plicoides* (Zakl.) Bratzeva，图版XLIII，图8，10，11。

1976 *Betulaepollenites plicoides* (Zakl.) 宋之琛等，155页，图版11，图11，12。

1980 *Betulaepollenites plicoides* (Zakl.) 孙湘君等，85页，图版Ⅵ，图16—22。

层位与分布 灵峰组下段；抚顺煤田古新世老虎台组和栗子沟组，苏联西伯利亚东部古新世。

稀少肋桦粉 *Betulacpollenites infrequens* (Stanley) Rouse & Srivastava

（图版 16，图 29，30）

1965 *Betula infrequens* Stanley，290页，图版43，图7—11。

1972 *Betulaepollenites infrequens* (Stanley) Rouse & Srivastava，1178页，图64。

1980 *Betulaepollenites infrequens*，孙湘君等，85页，图版Ⅵ，图23，24。

层位与分布 灵峰组；抚顺煤田古新世老虎台组和栗子沟组。美国蒙大拿州和苏联西伯利亚东部古新世。

桦粉属 *Betulaceoipollenites* Potonie 1951

不规则桦粉（新种） *Betulaceoipollenites irregularis* Sun M. R. (sp. nov.)

（图版 16，图 31—36；图版 17，图 1—7）

正型标本 图版16，图31；孢32-(2)-22。

极面观轮廓圆三角形或近圆形，侧面观近扁圆形，大小为 21×23.3—21×24.5μm。三孔，圆形，孔径约1.5μm。孔具明显而宽的孔环，环宽2.5μm左右。孔不突出，且无孔庭。孔排列不规则，在一个花粉粒上可位于赤道和亚赤道，有的全部在亚赤道位置。外壁

厚约1μm，表面纹饰颗粒状。

比较与论讨 当前新种以具明显而宽的孔环及孔排列不规则为特征，与*B. prominens* (Pflug, 1953) Ke et Shi(1978) 和*B. bituitus* (R. Pot.) Potonie(1951) 相区别。

层位 灵峰组。

栎粉属 *Carpinipites* Srivastava, 1966

柔弱栎粉（比较种） *Carpinipites* cf. *festatus* (Takahashi) Zhou, 1981

(图版 16，图 37，38)

1981 *Carpinipites* cf. *festatus* (Takahashi) Zhou，宋之琛等，114页，图版34，图7，8。

层位与分布 平湖组及玉泉组；江苏中晚始新世戴南组。

亚三角形栎粉 *Carpinipites subtriangulus* (Stanley) Guan

(图版 16，图 40，41)

1965 *Carpinus subtriangulus* Stanley, 291页，图版43，图13—16。

1985 *Carpinipites subtriangulus* (Stanley) Guan，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，98页，图版 31，图10—12。

层位与分布 海龙井组及三潭组；见于东海龙井构造带三潭组。

四孔栎粉 *Carpinipites tetraporus* Sun M.-R. & al. (MS)

(图版 16，图 45)

1978 *Carpinipites* sp.，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，109页，图版36，图20。

1987 *Carpinipites tetraporus* Sun M.-R. & al. (MS)。

属位与分布 三潭组；渤海沿岸地区早第三纪；新疆准噶尔盆地南缘第三纪。

苗榆粉属 *Ostryoipollenites* Potonie 1951 ex Potonie, 1960

莱茵苗榆粉（比较种） *Ostryoipollenites* cf. *rhenanus* (Thomson) Potonie

(图版 17，图 31，32)

讨论 当前标本除孔略纵长些外，其他特征与*O. rhenanus*相同。

层位 灵峰组。

褶皱粉属 *Plicapollis* Pflug, 1953

粗粒褶皱粉（新种） *Plicapollis crassigranulatus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版17，图36，37)

正型标本 图版17，图36，平$_1$73-(1)-5。

极面观轮廓三角形，三边凸，角端浑圆，直径16.1μm。具三孔，孔间具褶皱。外壁

厚度小于1μm。表面具粗颗粒状纹饰。

比较与讨论 当前新种以凸边和粗颗粒纹饰区别于*P. granulatus* Song & Lee 1976.

层位 花港组。

榆科 Ulmaceae

朴粉属 *Celtispollenites* Ke et Shi 1978

小疣朴粉（新种） *Celtispollenites verruculosus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版18，图7，8，20，21）

正型标本 图版18，图7，孢31-(1)-2a.

极面观圆三角形一近圆形，直径23.3—28μm。具三孔，孔一般排列于赤道，偶有亚赤道位置，圆形，具弱孔环。外壁厚1.5μm，外层厚于内层，在孔附近外壁微加厚。表面具小疣状纹饰。轮廓线微波形。

比较与讨论 当前新种与*C. triporatus*比较，个体较大于后者，而且比后者的纹饰粗糙，呈小疣状。

层位 灵峰组上段。

三孔朴粉 *Celtispollenites triporatus* Sun & Li

（图版18，图22，23）

1981 *Celtispollenites triporatus* Sun & Li, 中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等，44页，图版16，图54-74。

层位与分布 灵峰组上段及平湖组，南海北部大陆架古新世长流组。

微小朴粉 *Celtispollenites minimus* Sun M.-R. & Wang (MS) 1987

（图版18，图28，29）

1987 *Celtispollenites minimus* Sun M.-R. & Wang (MS)。

层位与分布 玉泉组；新疆准噶尔盆地南缘第三纪。

榆粉属 *Ulmipollenites* Wollf 1934

粒面榆粉 *Ulmipollenites granopollenites* (Rouse) Sun & Li

（图版18，图34，35）

1981 *Ulmipollenites granopollenites* (Rouse) Sun & Li, 中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等，45页，图版2，图30。

层位与分布 平湖组；南海北部大陆架始新世至渐新世早期流沙港组和中新世珠江组；美国始新世。

中新榆粉 *Ulmipollenites miocaenicus* Nagy

(图版18，图37)

1985 *Ulmipollenites miocaenicus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，147页，图版50，图14；图版51，图19。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带海龙井组至三潭组及匈牙利中新世。

三角榆粉（新种） *Ulmipollenites triangulatus* Sun M. -R. (sp. nov.)

(图版18，图39，45)

正型标本 图版18，图39，孢31-(2)-10。

极面观轮廓三角形，三边平直或微凸，直径22—23.3μm。具三孔，孔排列于赤道，角端位置，圆形。外壁厚约1μm，外层厚于内层，在孔附近外层略加厚，但孔不突出。表面具内网状纹饰，在极区网眼较大。

比较与讨论 当前新种的主要特征是赤道轮廓三角形，极区的网眼较大。并以此区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

瘤纹榆粉属 *Ulmoideipites* Anderson, 1960

三肋瘤纹榆粉 *Ulmoideipites tricostatus* Anderson

(图版18，图40，41)

1960 *Ulmoideipites tricostatus* Anderson, 20-21页，图版4，图11；图版6，图4，5。

1980 *Ulmoideipites tricostatus*，孙湘君等，87页，图版VII，图1-5。

层位与分布 灵峰组；我国古新世地层常见，在始新世以上的地层中也有报导，我们认为其中可能把一些非瘤状纹饰的和三肋非串珠状相联而成的三孔类型的榆科花粉全归到此种。此种最初发现于美国新墨西哥州的晚白垩世至古新世。

多角瘤纹榆粉（新种） *Ulmoideipites polycertus* Sun M. -R. (sp. nov.)

(图版19，图1—5)

正型标本 图版19，图2，13539-(1)。

极面观四一五边形，边直，偶有微凸，直径18.64—23.3μm。具四或五孔，圆形，排列于赤道，具宽而明显的孔环，孔间有弓形脊相联，弓形脊隐约可见。外壁厚约1μm，在孔附近外层加厚。表面具分布均匀的细瘤状纹饰。

比较与讨论 与*U. planeraeformis* Anderson (1960) 相比较，后者的个体较大，且瘤纹分布不均匀。与*U. krempii* Anderson (1960) 相比较，后者的瘤纹较粗大，且孔环不明显而与新种区别。

层位 平湖组及花港组。

中新瘤纹榆粉 *Ulmoideipites miocenicus* Sun M. -R. & Wang

(图版19，图6—8)

1987 *Ulmoideipites miocenicus* Sun & Wang (MS)。

层位与分布 玉泉组；新疆准噶尔盆地中新世沙湾组。

榉粉属 *Zelkovaepollenites* Nagy, 1969

波氏榉粉 *Zelkovaepollenites potonie* Nagy

(图版19，图10)

1969 *Zelkovaepollenites potonie* Nagy, 456页，图版51，图17, 20。

1985 *Zelkovaepollenites potonie*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，149页，图版52，图 32—34，36—41。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带海龙井组—东海群；匈牙利中新世。

波氏榉粉（比较种） *Zelkovaepollenites* cf. *potonie* Nagy

(图版19，图11，12)

1985 *Zelkovaepollenites* cf. *potonie*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，149页，图版52，图35。

层位与分布 花港组—海龙井组；龙井构造带海龙井组。

网纹榉粉属 *Zelkovapollis* Sun & Wang (MS)

此属区别于*Zelkovaepollenites* Nagy的主要特征是在其表面为网状纹饰，网眼形状不规则。后者是具皱状纹饰的花粉。

多角网纹榉粉 *Zelkovapollis polyangulus* Sun & Wang

(图版19，图13—16)

1987 *Zelkovapollis polyangulus* Sun & Wang (MS)。

层位与分布 玉泉组下段；新疆准噶尔盆地南缘中新世沙湾组。

山龙眼科 Proteaceae

山龙眼粉属 *Proteacidites* Cookson, 1950

刺型山龙眼粉 *Proteacidites spiniformis* Ke et Shi

(图版19，图23，24)

1978 *Proteacidites spiniformis* Ke et Shi，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，117页，图版38，图12-18。

层位与分布 花港组上段。渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组—东营组。

细刺山龙眼粉（比较种） *Proteacidites* cf. *tenuispinosus* Sun, Zhao & He

(图版19，图21)

讨论 当前标本的主要特征与*Proteacidites tenuispinosus* Suu, Zhao & He 1980相似，唯赤道轮廓三角形的边微凸出，故定为细刺山龙眼粉的比较种。

层位 灵峰组上段。

铁青树科 Olacaceae

铁青树粉属 *Anacolosidites* Cookson & Pike, 1954

亚尖角铁青树粉 *Anacolosidites subtrudens*
(Thomson & Pflug ex Weyland & Krieger) Zaklingskaja

(图版19，图32，33)

1953 *Extratriporopollenites subtrudens* Thomson & Pflug, 72页，图版6，图73。

1963 *Anacolosidites subtrudens*, Zaklinskaja, 242页，图版VII，图4—8。

1981 *Anacolosidites subtrudens*, 宋之琛等，126页，图版35，图6，7。

层位与分布 灵峰组上段；江苏渐新世三垛组一段；苏联西西伯利亚等地古新世—始新世。

萨普林铁青树粉 *Anacolosidites suppingensis*
(Pflug) Krutzsch

(图版19，图31，34，35，39)

1953 *Intratriporopollenites supplingensis* Thomson & Pflug, 80页，图版10，图26—37。

1963 *Anacolosidites supplingensis*, Zaklinskaja, 240页，图版VI，图1—12；图版VII，图1—3。

极面观三角形，边平直或微突，角端浑圆，直径20.97—23.3μm。具三对孔，在花粉粒的每一极半球各三个；孔位于亚赤道，近圆形。外壁厚约1—1.5μm，外层较内层厚；孔间有三条平行于三边的褶皱，表面具细颗粒状纹饰。

层位与分布 灵峰组上段；西欧和苏联西西伯利亚等地古新世至始新世。

鲁特铁青树粉 *Anacolosidites luteoides* Cookson & Pike

(图版19，图36)

1954 *Anacolosidites luteoides* Cookson & Pike, 207页，图版1，图47—50。

极面观三角形，三边平直或内凹，角端宽圆，直径16.31μm。具三对孔，在每一极半球上各三个，每对孔常重叠，位于指向角端的半径的1/2处，长椭圆形，孔较大，长轴约3μm，短轴1.5μm。外壁厚度小于1μm；表面具小瘤状纹饰。

层位与分布 灵峰组上段；澳大利亚始新世。

细褶铁青树粉 *Anacolosidites tenuiplicus* Zaklinskaja

(图版19，图37，38)

1963 *Anacolosidites tenuiplicus*, Zakliskaja, 239页，图版V，图8—15。

1982 *Interpollis tenuiplicus* (Zaklinskaja) Krutzsch, 赵英娘等，图版II，图28—30。

层位与分布 灵峰组上段；新疆库车盆地始新世小库孜库组；苏联外乌拉尔等地达宁期—始新世。

普里米铁青树粉 *Anacolosidites primigensis* Zaklinskaja

(图版19，图40，41)

1963 *Anacolosidites primigenius* Zaklinskaja，237页，图版V，图1—6。

1982 *Interpollis primigenius* (Zaklinskaja) Krutzsch，赵英娘等，图版II，图26，27。

层位与分布 灵峰组上段；新疆库车盆地古新世塔拉克组；欧洲古新世—始新世。

假扁平铁树树粉 *Anacolosidites pseudoefflatus* Krutzsch

(图版19，图42)

1959 *Anacolosidites pseudoefflatus* Krutzsch，247页，图版48，图613—616。

极面观三角形，三边平直，角端宽圆，直径16.31μm—18.64μm。具三对孔，每一极半球各三个，一半球的孔与另一半球的孔两两重叠，孔位于伸向角端的半径的中央，扁圆形，长轴2.3μm，短轴1μm左右。外壁在角端的厚度小于1μm，在三边的厚度大约1μm；表面密布细颗粒状纹饰。

层位与分布 灵峰组上段；德国中始新世。

柳叶菜科 Oenotheraceae

柳叶菜粉属 *Corsinipollenites* Nakoman 1965

三角柳叶菜粉 *Corsinipollenites triangulus* (Zaklinskaja) Ke et Shi

(图版20，图3)

1956 *Chamaenerites triangulus* Zaklinskaja，图版XVII，图1—4。

1978 *Corsinipollenites triangulus*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，139页，图版48，图3，4，7—11。

层位与分布 三潭组；渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组至东营组。

拟丁香蓼柳叶菜粉 *Corsinipollenites ludwigioides* Krutzsch

(图版20，图4)

1968 *Corsinipollenites ludwigioides* Krutzsch，782页，图版4，图12—18。

1985 *Corsinipollenites ludwigioides*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，130页，图版45，图23，24。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带花港组—东海群；德国第三纪。

藜科 Chenopodiaceae

藜粉属 *Chenopodipollis* Krutzsch, 1966

小藜粉 *Chenopodipollis minor* Song

(图版20，图7)

1985 *Chenopodipollis minor* Song，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，101页，图版33，图1—8。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带海龙井组—东海群。

蓼科 Polygonaceae

桃叶蓼粉属 *Persicarioipollis* Krutzsch, 1962

法国桃叶蓼粉 *Persicarioipollis franconicus* Krutzsch

（图版20，图8）

1962 *Persicarioipollis franconicus* Krutzsch, 284页，图版10，图5—8

1985 *Persicarioipollis franconicus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，134页，图版47，图27。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带三潭组—东海群。

沃札桃叶蓼粉 *Persicarioipollis welzowense* Krutzsch

（图版20，图9，10）

1962 *Persicarioipollis welzowense* Krutzsch, 284页，图版9，图6—12。

1985 *Persicarioipollis welzowense*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，135页，图版46，图20—27。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带花港组—东海群。

年轻桃叶蓼粉 *Persicarioipollis juvenalis* Guan

（图版20，图14）

1985 *Persicarioipollis juvenalis* Guan，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，134页，图版46，图30，31。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带三潭组—东海群。

金缕梅科 Hamamelidaceae

枫香粉属 *Liquidambarpollenites* Raatz, 1937

东方型枫香粉 *Liquidambarpollenites orientaliformis* Nagy

（图版20，图11，13）

1969 *Liquidambarpollenites orientaliformis* Nagy, 403页，图版42，图1—2。

1978 *Liquidambarpollenites orientaliformis*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，122页，图版41，图23—26。

层位与分布 玉泉组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组—东营组。

厚壁枫香粉（比较种） *Liquidambarpollenites* of. *pachydermus* Ke et Shi

（图版20，图21，22）

讨论 当前标本的主要特征与 *L. pachydermus* 相似，唯个体略小些，直径约为27.6 μm，故定为比较种。

层位 花港组—海龙井组。

稀孔枫香粉（新种） *Liquidambarpollenites pauciporus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版20，图25—28）

正型标本 图版20，图27，L21-(3)-2。

花粉粒近圆形，直径33.78—27.28μm。孔数不超过10个，稀疏且不均匀地散布于花粉粒上。孔椭圆形，直径5μm左右。孔缘不整齐。孔膜上具颗粒。外壁厚约1—1.5μm，外层厚于内层。表面具颗粒状纹饰。

比较与讨论 新种以孔少且稀疏地、不均匀地散布于花粉粒上为特征。并以此区别于其他种。

层位 玉泉组。

菱科 Hydrocaryaceae

菱粉属 *Sporotrapoidites* Klaus, 1954

渭河菱粉 *Sporotrapoidites weiheensis* (Sun & Fan) Guan

(图版21，图1—7，24；图版22，图2，4，7)

1980 *Trapa weiheensis* Sun & Fan，孙秀玉等，103页，图版3，图12—15。

1985 *Sporotrapoidites weiheensis* (Sun & Fan) Guan，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，121页，图版42，图1—4。

层位与分布 玉泉组—三潭组；渭河盆地中新世冷水沟组及高陵群；东海龙井构造带海龙井组—玉泉组；

中等菱粉 *Sporotrapoidites medius* Guan

(图版21，图8—13，23)

1985 *Sporotrapoidites medius Guan*地质矿产部海洋地质综合研究大队等，120页，图版40，图1—25；图版42，图5，6。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带花港组—玉泉组。

小菱粉 *Sporotrapoidites minor* Guan

(图版21，图17，18；图版22，图1)

1985 *Sporotrapoidites minor* Guan地质矿产部海洋地质综合研究大队等，121页，图版41，图1—43；图版55，图28。

层位与分布 玉泉组下段；东海龙井构造带花港组—玉泉组。

圆孔菱粉？（新种） *Sporotrapoidites*？ *rotundiporus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版21，图14—16)

正型标本 图版21，图15，平,38-(6)-37。

侧面观菱形—椭圆形。极轴长28—32μm，赤道轴为16.3—25.6μm。具三孔，孔圆形，孔径5μm。外壁厚约2.3μm，外层厚于内层。具三条子午向延伸的外壁褶皱，外壁皱包围着孔。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 本新种与*S. medius*和*S. minor*比较，后二者的孔比新种的孔大，且不

呈圆形。与*S. crassipolaris* (sp. nov.) 比较，新种的外壁在两极不加厚。因未发现极面位置的标本，菱粉属在极区外壁褶皱呈120°夹角相联的这一主要特征未观察到，但其他特征与菱粉属相似，故暂归于菱粉属。

层位 玉泉组。

厚极菱粉?（新种） *Sporotrapoidites? crassipolaris* Sun M. -R. (sp. nov)

(图版21，图21，22)

正型标本 图版21，图21，平$_1$ 38-(4)-12b。

侧面观椭圆形，极轴长30μm，赤道轴18.6—20μm。具三孔，孔径约 6μm。外壁厚度在赤道区小于1μm，在极区内层明显增厚，超过赤道区外壁厚度的两倍，约 2.5—3μm。具子午向延伸的外壁褶皱。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 本新种以外壁在两极十分明显的增厚为特征，并以此与其他种区别。未见此种的极面位置的标本，故暂归于菱粉属。

层位 玉泉组。

夹竹桃科 Apocynaceae

链珠藤粉属（新属） *Ayxiaepollenites* Sun M. -R. (gen. nov.)

属型 *Alyxiaepollenites tymponiformis* Sun M. -R. (gen. & sp nov)

属征 花粉粒矩圆形，两端平截或微突，似腰鼓状或冬瓜状。不等极。具双孔，排列于赤道或亚赤道。孔大，有的孔径可超过极轴的1/2，孔缘饰以瘤或颗粒，有的孔具加厚的孔盖。外壁具内颗粒、颗粒或网状纹饰。

讨论 新属与*Psilodiporites* Varma et Rawat (1963) 相似，但后者的外壁光滑，在高倍镜下有时稍粗糙，孔缘无任何饰物。*Protrudodiporites* Van Hoeken-Klinkenberg (1966) 的孔突出而与新属区别。

亲缘关系 夹竹桃科Apocynaceae的链珠藤属*Alyxia*。

时代 古新世。

鼓形链珠藤粉（新属、新种） *Alyxiaepollenites tymponiformis* Sun M. -R. (gen. et sp. nov.)

(图版22，图11—14；图版23，图8)

正型标本 图版22，图11，孢32-(1)-25。

花粉粒矩圆形，两端平截，似腰鼓状，极轴为30—32.6μm，赤道轴为 35—39.6μm。具两个大而圆的孔，孔径为13.9—18.6μm，孔缘饰以大小不等 (1.5—2.5μm) 的小瘤，瘤常紧密排列，似串珠状，有时瘤分布稀疏。

比较与讨论 当前新种以似腰鼓状外形而区别于本新属的其他种。

层位 灵峰组上段。

粒缘链珠藤粉（新属、新种） ***Alyxiaepollenites granimarginalis*** **Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)**

（图版22，图9，10；图版23，图6）

正型标本 图版22，图10，PL-39-(2)-12。

花粉粒横卵形，极轴为37.2—41.2μm，赤道轴39.6—43μm。具双孔，形状不规则或近圆形，孔径12—14μm；孔缘饰以颗粒，有时具孔盖、孔盖扁平，如复锅盖状，有的孔盖脱落。外壁厚约2μm，外层厚于内层，表面具内颗状纹饰。

比较与讨论 当前新种与 *A. tympaniformis* 比较前者的孔较小，孔缘饰以较细的颗粒纹，外观为卵圆形。与*A. tuberporatus*比较，后者的孔缘饰物粗且密集。*A. papillatus* 的孔具乳头状的孔盖而与新种不同，*A. subequatorporatus* 的偏于一极半球，为亚赤道位置而区别于本种。

层位 灵峰组上段。

乳头链珠藤粉（新属、新种） ***Alyxiaepollenites papillatus*** **Wang (gen. et sp. nov.)**

（图版23，图11—18；图版24，图1—6）

正型标本 图版23，图13，灵1-32-3。

花粉粒矩圆形或横卵圆形，极轴长25.7—37μm，赤道轴40—50.1μm。具双孔，孔近圆形，排列于赤道或亚赤道，孔径8.5—16μm，孔具乳头状孔盖，孔盖直径2.6—10.1μm，有时孔盖脱离孔口；孔缘具有粗颗粒—小瘤纹饰；有的标本在极区有一裂口，似孔状，但无乳头状孔盖和缘饰（见图版24，图13）。外壁厚约2μm，外、内层厚度相等；表面具颗粒状纹饰。

比较与讨论 当前新种以孔具乳头状孔盖区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

亚赤道孔链珠藤粉（新属、新种） ***Alyxiaepollenites subequatorporatus*** **Wang (gen et sp. nov.)**

（图版22，图22；图版23，图1—2，9）

正型标本 图版23，图1，灵1-32-1。

花粉粒不等极，一极宽大而且突出似弓背，一极窄短而平，孔位于两个斜边上，使花粉粒呈梯形，极轴长25.7—32μm，赤道轴42—48.8μm。具双孔、孔大，圆形，孔径11.3—22μm，排列偏于一极，呈亚赤道位置，孔缘具大小不等的瘤。外壁厚约2μm，内、外层厚度相等，表面具内颗粒纹饰。

比较与讨论 本新种以孔位于亚赤道，花粉粒不等极呈梯形为特征而区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

瘤孔链珠藤粉（新属、新种） ***Alyxiaepollenites tuberporatus*** **Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)**

（图版22，图15—21，23；图版23，图3—5，7，10）

正型标本 图版22，图23，PL39-(2)-14。

花粉粒为横椭圆形，两端浑圆，极轴为33.7—36.1μm，赤道轴43—45.5μm。具双孔，孔径10-12μm，孔缘具有直径为3μm左右的瘤，瘤密布于孔口周缘。外壁厚约1—2μm，外层厚于内层，表面具模糊的颗粒—内网状纹饰，轮廓线微不平。

比较与讨论 本种以孔口周缘密布瘤状饰物为特征、并以此与其他种区别。

层位 灵峰组上段。

海桑科 Sonneratiaceae

弗氏粉属 *Florshuetzia* Germeraad, Hopping et Muller, 1968

光极弗氏粉 *Florshuetzia levipoli* Germeraad, Hopping et Muller

(图版22，图5，6)

1968 *Florshuetzia levipoli* Germeraad et al., 307-308页，图版8，图1，2。

1981 *Florshuetzia levipoli*，中华人民共和国石油勘探公司南海分公司，50页，图版22，图31—56。

层位与分布 海龙井组至玉泉组；南海北部大陆架中新世角尾组、黄流组—莺歌海组、韩江组及上新世望楼港组；东南亚中新世以上的地层中可见。

梧桐科 Sterculiaceae

梭罗树粉属 *Reevesiapollis* Krutzsch

三角梭罗树粉 *Reevesiapollis triangulus* (Mamczar) Krutzsch

(图版 22，图 3，8)

1985 *Reevesiapollis triangulus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，142页，图版49，图7—14，19—21。

层位与分布 三潭组下段；东海龙井构造带海龙井组—三潭组。

棕榈科 Palmae

棕榈粉属 *Palmaepollenites* R. Potonie 1951

普通棕榈粉 *Palmaepollenites communis* Sah & Dutta

(图版 24，图 28)

1966 *Palmaepollenites communis* Sah & Dutta，图版1，图12。

1980 *Palmaepollenites communis*，孙湘君等，90页，图版Ⅸ，图6—7。

层位与分布 灵峰组下段；抚顺煤田古新世栗子沟组—始新世早期古城子组；印度古新世。

省藤粉属（新属） *Calamipollenites* (gen. nov.)

属型 *Calamipollenites calamides* (gen. & sp. nov.)

属征 花粉粒赤道面观梯形或等腰三角形，两腰明显突出，底边微突，极面观近圆形、横椭圆形或"工"字形。不等极。具双沟。外壁纹饰网状，网眼多角形或近多角形。

讨论 当前新属与*Dicolpopollis* (Pflanzi 1956) Potonie 1966相比较，后者包括具

颗粒、瘤、小圆网（microreticylata）等纹饰的花粉，而区别于新属。新属与现代的省藤属*Calamus*花粉很相似。

亲缘关系 棕榈科（Palmae）的省藤属（*Calamus*）。

时代 古新世。

省藤粉（新属、新种） *Calamipollenites calamides* Sun. M. -R. (gen. et sp. nov.)

（图版 24，图 34—38，40）

正型标本 图版24，图38，孢31-(3)-1。

花粉粒赤道面观等腰三角形，极面观近圆形—横椭圆形。不等极。大小为 22.13—26 × 23.3—29.12μm。具双沟。外壁薄，小于1μm。表面具多角形或近多角形网纹，近沟网眼变细。

比较与讨论 新种与*Dicolpopollis kockelii* Pflanzi 1956相似。唯后者在赤道面观常呈梯形，极面观呈“工”字形，网眼粗大而区别于新种。

层位 灵峰组上段。

刺粉环沟粉属 *Spinizonocolpites* Muller, 1968

属型 *Spinizonocolpites echinatus* Muller, 1968

属征 具环形沟，花粉粒被沟分割为二等分，或近似的二等分，表面散布棒或针状刺，刺间具网或颗粒纹。

Muller认为可能与现代的*Nypa*有关。

分布 沙捞越古新世。

棒刺环沟粉（比较种） *Spinizonocolpites* cf. *baculatus* Muller

（图版26，图1，4）

讨论 当前种为卵圆形或近圆形，大小为37.28—41μm，具环沟，沟位于赤道面将花粉粒分割为二。外壁厚约3μm左右，外层厚于内层，表面复以大的棒状刺纹，长 8.15μm，一般为7—13μm，直或微弯曲，末端钝圆，基部略膨大或不膨大；棒刺分布不均匀，但多集中在赤道区，其间为网状纹，网壁宽度小于1μm，网眼近圆形，直径1μm 左右。当前标本的外壁稍厚，其他特征与*S. baculatus* Muller（1968）相同，故定为比较种。

层位 灵峰组。

颗粒刺纹环沟粉（新种） *Spinizonocolpites granulatus* Sun M. -R. (sp. nov.)

（图版 25，图69；图版26，图2，3）

正型标本 图版26，图3，FL42-(3)-10。

侧面观卵圆形，大小为28—30 × 37—42μm（不包括刺长）。具环沟，沟偏于一极或位于赤道，沟宽窄不一。外壁厚2μm左右，外层厚于内层，基柱构造较明显。表面具刺状纹

饰，刺长5.8—7μm。刺顶端钝圆，直径1.5μm左右；基部膨大，直径3.49μm 左右。刺分布稀疏。刺间具细密的颗粒状纹饰，颗粒分布均匀。

比较与讨论 新种以刺间具细密而分布均匀的颗粒状纹饰区别于其他种，并以刺基部膨大而与S. *baculatus*区别。

层位 灵峰组下段常见，灵峰组上段偶见。

杨柳科 Salicaceae

柳粉属 *Salixipollenites* Srivastava, 1966

大柳粉 *Salixipollenites major* Ke et Shi

(图版 25，图 2)

1978 *Salixipollenites major* Ke et Shi，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，102页，图版33，图 8—11。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区始新世—渐新世沙河街组—东营组。

卓州柳粉 *Salixipollenites trochuensis* Srivastava

(图版 25，图 5)

1966 *Salixipollenites trochuensis* Srivastava，529页，图版VII，图13—14。

1978 *Salixipollenites trochuensis*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，102页，图版33，图1—3。

层位与分布 灵峰组上段；渤海沿岸地区始新世—渐新世沙河街组—东营组。

杂色柳粉 *Salixipollenites discoloripites* (Wodehouse) Srivastava

(图版 25，图 6)

1933 *Salix discoloripites* Wodehouse，506页，图34，35。

1966 *Salixipollenites discoloripites* (Wodehouse) Srivastava，529页。

1978 *Salixipollenites discoloripites*，中华人民共和国石油勘探公司南海分公司，40页，图版14，图4—8。

层位与分布 灵峰组；南海北部陆架始新世流沙港组下段及美国古新世。

假孔柳粉（比较种） *Salixipollenites* cf. *pseudoporites* Song & Tsao

(图版 25，图 4，7)

讨论 当前标本侧面观极轴较长，与赤道轴的比例为2:1，而*S. pseudoporites* Song & Tsao 1976极轴与赤道轴的比例是1:1。其他特征与 *S. pseudoporites* 很相似，故定为比较种。

层位 玉泉组。

山毛榉科 Fagaceae

壳斗粉属 *Cupuliferoidaepollenites* Potonie, Thomson & Thiergart, 1950

无形壳斗粉 *Cupuliferoidaepollenites quisqualis* (Potonie) Potonie

(图版 25，图 8)

1960 *Cupuliferoidaepollenites quisqualis* Potonie，92页，图版6，图95。

1976 *Cupuliferoidaepollenites quisqualis*，宋之琛等，40页，图版9，图1，2。

层位与分布 花港组；云南早第三纪，德国中新世。

栗粉属 *Cupuliferoipollenites* Potonie, 1951 ex Potonie, 1960

梭形栗粉 *Cupuliferoipollenites fusus* (R, Potonie) Song & Zheng, 1951

(图版 25，图 13—15)

1951 *Pollenites fusus* R. Potonie，图版XX，图80-83。

1953 *Tricolporopollenites cingulum* subsp. *fusus* Thomson & Pflug，100页，图版12，图15—27。

1981 *Cupuliferoipollenites fusus* Song & Zheng，宋之琛等，116页，图版41，图14，18—22。

层位与分布 灵峰组上段和玉泉组；江苏古新世阜宁组至新第三纪盐城群及德国第三纪。

厚缘栗粉（新种） *Cupuliferoipollenites crassimarginalis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 25，图 21—29)

正型标本 图版25，图23，FL41-(2)-5.

侧面观椭圆形，两极不对称，一端钝圆，另一端尖缩。大小10.48—15×7—10.48 μm，三孔沟，沟长约10μm左右，孔横长，孔缘很明显地加厚。外壁厚1μm。表面光滑或粗糙。

比较与讨论 本新种比*C. pusillus*及*C. fusus*的个体小，且孔缘明显加厚。其他种也以孔无明显加厚的孔缘而与新种不同。当前新种可能与原始的*Castanea*有关。

层位 灵峰组。

山毛榉粉属 *Faguspollenites* Raatz, 1937

平凡山毛榉粉 *Faguspollenites mediocris* Zheng

(图版25，图31)

1985 *Faguspollenites mediocris* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队，113页，图版38，图36，37.

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带海龙井组—三潭组

栎粉属 *Quercoidites* Potonie, Thomson & Thiergart, 1950

致密栎粉（比较种）*Quercoidites* cf. *densus* (Pflug) Song & Zheng

（图版25，图39—41）

1981 *Quercoidites* cf. *densus* (Pflug) Song & Zheng，宋之琛等，119页，图版37，图21。

层位与分布 平湖组、花港组及三潭组。江苏渐新世三垛组，欧洲第三纪。

粒纹栎粉（新联合）*Quercoidites granopollenites* (Rouse) (comb. nov.)

（图版25，图33—35）

1962 *Quercus granopollenites* Rouse，203页，图版4，图31。

侧面观椭圆形—圆形，大小为24.35—32×17.47—22.13μm。具三沟，沟长与极轴几乎等长，外壁厚1.5—2μm。表面具明显的颗粒状纹饰。

比较与讨论 本种以具明显的颗粒状纹饰区别于其他种。

层位与分布 海龙井组；加拿大第三纪。

粒纹栎粉（比较种）*Quercoidites* cf. *granopollenites* (Rouse) (comb. nov.)

（图版25，图62—64）

讨论 当前标本比*Q. granopollenites*略伸长些，其他特征二者相似，故定为比较种。

层位 海龙井组，灵峰组上段。

玉泉栎粉（新种）*Quercoidites yuqianensis* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版25，图58，59）

正型标本 图版25，图59，PL18-(1)-19b.

侧面观长椭圆形，极轴长 21—23.3μm，赤道轴 12.81μm。具三沟，沟长达极，沟具弱的沟弯（拟孔）。外壁厚1.5μm，外层厚于内层，在两极由于内层增厚而两层厚度相等，两极外壁厚度增至2.3μm。表面粗糙，轮廓线平滑。

比较与讨论 本新种以长椭圆形及两极外壁增厚区别于 *Q. asper*, *Q. minutus*, *Q. microhenrici*, 比*Q. henrici*, *Q.* cf. *densus*的个体小些。

层位 玉泉组。

昆栏树科 Trochodendraceae

具盖粉属 *Operculumpollis* Sun, Kung & Li 1980

具盖粉 *Operculumpollis operculatus* Sun, Kung & Li

（图版26，图6—10）

1980 *Operculumpollis operculatus*，孙湘君等，197页，图版1，图31—35。

层位与分布 平湖组至海龙井组；南海北部陆架始新世流沙港组及中新世韩江组。

毛茛科 Ranunculaceae

毛茛粉属 *Ranuculacidites* Sah, 1967

海龙井毛茛粉（新种）*Ranunculacidites hailongjingensis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版26，图11—13)

正型标本 图版26，图13，平芯1-(2)-2.

极面观三瓣状，直径30—34.5μm。具三沟，沟深裂，沟长约为半径的3/4。沟膜上具颗粒。外壁厚1—2μm，外层厚于内层。表面纹饰颗粒状。表面上的颗粒略粗于沟膜上的颗粒。轮廓线微波浪状。

比较与讨论 当前新种以沟膜上具颗粒为特征，龙井构造带发现的*R.* sp.（图版47，图4）也可纳入此种。

层位 海龙井组。

杜仲科 Eucommiaceae

杜仲粉属（新属）*Eucommiaceoipollenites* Sun M.-R. (gen. nov.)

属型 *Eucommiaceoipollenites eucommides* Sun M.-R. (gen. & sp. nov.)

属征 花粉粒侧面观椭圆形或近圆形，具长短不等的三沟或三拟孔沟，沟两端钝，中央沟常最短。外壁中厚，平滑或弱颗粒状纹饰。

讨论 *Eucommiidites* Erdtman (1948) 的沟与新属不同。Potonie认为*Eucommiidites*不能与具三沟的被子植物花粉等同。当前新属与*Eucommiidites* 截然不同，而与现生的*Eucommia* (Erdtman 1952, 164, 95) 很相似。

亲缘关系 Eucommiaceae-*Eucommia*。

时代 古新世。

杜仲粉（新属、新种）*Eucommiaceoipollenites eucommides* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

(图版26，图16—19)

正型标本 图版26，图17，孢32-(1)-17.

侧面观椭圆形，两端平缓，极轴长为22—29μm，赤道轴为16—23μm。具三(拟孔)沟，沟长短不一，最短沟居中。外壁厚1—2μm，外层厚于内层，两极外壁常加厚。表面光滑或粗糙。

比较与讨论 本新种以沟具拟孔为特征，与*E. minor* (gen. & sp. nov.) 比较，个体较大于后者。

层位 灵峰组上段。

小杜仲粉（新属、新种）*Eucommiaceoipollenites minor* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

(图版25，图65，66；图版26，图20)

正型标本 图版25，图65，孢46-(2)-2c.

侧面观近圆形或椭圆形，极轴长15—18.6μm，赤道轴14μm左右。具三沟，沟两端钝，长短不一。外壁厚约1—1.5μm，外层略厚于内层。表面粗糙或具模糊的颗粒状纹饰。

比较与讨论 本新种与*E. eucommides*相似，以个体小及沟不具拟孔区别于后者。

层位 灵峰组下段。

悬铃木科 Platanaceae

悬铃本粉属 *Platanoidites* Potonie, Thomson & Thiergart, 1950

古新悬铃本粉（新种）*Platanoidites palaeocenicus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版26，图21—24)

正型标本 图版26，图21—24，孢45-(2)-8。

极面观三裂圆形，直径21.25—16.31μm，具三沟，沟长为半径的3/4，沟末端钝圆。外壁厚1—1.5μm，基柱明显，表面纹饰网状，网眼近圆形，大小均匀，轮廓线波状。

比较与讨论 Potonie (1960) 描述此属的沟不长，侧观时为极轴的2/3。当前标本的沟较长。可能是较古老的悬铃木的花粉。

层位 灵峰组。

云实科 Caesalpiniaceae

边沟孔粉属 *Margocolporites* Ramanujau 1966

六瓣边沟孔粉 *Margocolporites hexalobus* Zhou

(图版26，图30；图版27，图2)

1981 *Margocolporites hexalobus* Zhou，宋之琛等，131页，图版47，图35，36。

层位与分布 玉泉组上段；江苏及渤海沿岸早第三纪。

窄边沟孔粉 *Margocolporites stenosus* Ke et Shi

(图版26，图27)

1978 *Margocolporites stenosus* Ke et Shi，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，123页，图版57，图17.

层位与分布 灵峰组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组。

窄边沟孔粉（比较种）*Margocolporites* cf. *stenosus* Ke et Shi

(图版26，图25，26，28，29)

讨论 当前标本的沟末端稍尖，其他特征与*M. stenosus*相同，故定为比较种。

层位 灵峰组。

六瓣边沟孔粉（比较种）*Margocolporites* cf. *hexalobus* Zhou

(图版26，图31；图版27，图1)

讨论 所见标本的纹饰略粗，其他特征与*M. hexalobus*相同，故定为比较种。

层位 玉泉组上段。

微小边沟孔粉（新种）*Margocolporites minimus* Sun M.-R.（sp. nov.）

（图版27，图4，5）

正型标本 图版27，图5，D38-(3)-21。

极面观近圆形，直径不超过23.3μm。三孔沟，沟宽5μm左右，长为半径的3/4，沟缘宽约3μm左右，具沟膜，膜上具模糊的细颗粒；孔小，位于沟膜中央。外壁厚约1.5μm，外层厚于内层。基柱构造明显，表面具粗网状纹饰。网眼直径约2μm，在极区及沟边网渐变细。轮廓线波浪状。

比较与讨论 本新种以较小的个体区别于其他种。与 *M. minor* 相比较，不仅个体比后者小，且具较宽的沟缘。

层位 平湖组。

蒺藜科 Zygophyllaceae

白刺粉属 *Nitraripollis* Xi & Sun, 1986

梭形白刺粉 *Nitraripollis fusiformis* Xi & Sun

（图版27，图12）

1986 *Nitraripollis fusiformis*，席以珍等，植物学集刊，第2集，240页，图版Ⅳ；图4—5。

层位与分布 三潭组；我国西北地区渐新世。

芸香科 Rutaceae

芸香粉属 *Rutaceoipollis* Song & Cao, 1980

隐孔芸香粉 *Rutaceoipollis cryptoporus* Zheng

（图版27，图13）

1985 *Rutaceoipollis cryptoporus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，138页，图版47，图14—19。

层位与分布 海龙井组上段；东海龙井构造带花港组至海龙井组。

柑桔型芸香粉 *Rutaceoipollis citrusaeformis* Zheng

（图版27，图14，17—19）

1986 *Rutaceoipollis citrusaeformis* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，138页，图版47，图11—13。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带海龙井组。

小孔芸香粉 *Rutaceoipollis parviporus* Zheng

（图版27，图23，24）

1985 *Rutaceoipollis parviporus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，139页，图版48，图27—32。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带海龙井组。

环孔芸香粉 *Rutaceoipollis zoniporus* Zheng

（图版27，图26—29，46，47；图版37，图31）

1985 *Rutaceoipollis zoniporus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，139页，图版 48，图33—36.

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带海龙井组至玉泉组。

尖顶山芸香粉（比较种）*Rutaceoipollis* cf. *jiandingshanensis* Zhu

（图版36，图3）

讨论 当前标本的个体小于*R. jiandingshanensis* Zhu 1985 其他特征均与之相同，故定其为比较种。

层位 灵峰组上段。

短沟芸香粉属 *Rutaceoipollenites* Sun & He, 1977

讨论 *Rutaceoipollenites* Sun & He(1977) 与*Rutaceoipollis* Song & Cao(1980) 的区别在于前者为三孔沟，沟短，后者三一四孔沟，沟长达极。在工作过程中发现一些与前者很相似，但孔沟数常在三个以上，因而在将*Rutaceoipollenites*的属征修定为具三一五孔沟，沟较短的花粉。

拟古短沟芸香粉（新种）*Rutaceoipollenites paraarchiacus* Sun M.-R.（sp. nov.）

（图版27，图32—34）

正型标本 图版27，图32，FL42-(2)-3.

侧面观宽椭圆形，极轴26μm，赤道轴19—22μm，两极平宽。四孔沟，沟细短，约为极轴的1/2或2/3。孔横长，缝状，大小为 1×5μm，孔与沟相交如“十”字形。外壁厚约<1—1.5μm，外层厚于内层，在孔沟边缘外壁呈暗色加厚。表面具模糊的颗粒状纹饰，轮廓线平滑。

比较与讨论 本新种与*R. archiacus* Sun & al. 相似，但以具四孔沟和个体较小区别于后者。

层位 灵峰组。

粗糙短沟芸香粉（新种）*Rutaceoipollenites scabratus* Sun M.-R.（sp. nov.）

（图版27，图30，31，42）

正型标本 图版27，图30，平$_1$D38-(2)-20。

侧面观椭圆形，两端平宽，极轴为23.3—24.43μm，赤道轴 18.40μm。具四孔沟，孔矩形，大小为3.4×6μm；沟短，约16.13μm长，外壁厚约1.5μm，外层与内层等厚；表面粗糙或具稀疏的颗粒状纹饰。

比较与讨论 当前新种以个体小，孔矩形区别于其他种，与 *R. parvus* 比较，后者具颗粒至网状纹饰，孔线形，侧面观卵形而与本新种区别。

层位 平湖组及灵峰组上段。

小短沟芸香粉 *Rutaceoipollenites parvus* Sun & He

（图版36，图30）

1980 *Rutaceoipollenites parvus* Sun & He，110页，图版XXⅣ，图33—39.

层位 灵峰组上段；江西池江盆地古新世池江组2、3段。

椭圆短沟芸香粉（新种）*Rutaceoipollenites ellipticus* Sun M.-R.（sp. nov.）

（图版27，图35，36）

正型标本 图版27，图35，FL42-(3)-5.

侧面观橄圆形，极轴30.29μm，赤道轴21—23.3μm。具四—五孔沟，沟细短，约为19μm，孔横长。外壁厚1—2μm，基柱构造较明显。在孔沟边缘外壁加厚。表面具细网状纹饰。轮廓线波状。

比较与讨论 本新种以椭圆形轮廓，外壁基柱明显及具清晰的网状纹饰区别于 *R. archiacus* (Sah & He, 1977)。与其他种相比，新种个体较大。

层位 灵峰组下段。

可疑短沟芸香粉（新种）*Rutaceoipollenites dubius* Sun M.-R.（sp. nov.）

（图版27，图38，39）

正型标本 图版27，图39，PL18-(1)-2.

侧面观近圆形，极轴24.25—26.79μm，赤道轴23.3—24.75μm。具四孔沟，沟短，约16.31μm。孔小，横长，常不明显。外壁厚2.3μm，外层厚于内层，在孔沟边缘外壁加厚不明显。表面纹饰粗颗粒状，轮廓线微波状。

比较与讨论 当前新种的孔小，孔沟边缘外壁加厚不明显而区别于其他种。

层位 灵峰组最上部和玉泉组。

厚缘短沟芸香粉（新种）*Rutaceoipollenites crassimarginis* Sun M.-R.（sp. nov.）

（图版27，图43—45）

正型标本 图版27，图43 孢46-(3)-25.

侧面观椭圆形，或宽椭圆形，极轴23.3—27μm，赤道18.64—21μm。具四孔沟，沟短，孔横长，缝状，孔大小1×7μm，具很明显加厚的孔缘，缘厚2.5μm左右。。沟缘加厚不明显。外壁厚1—1.5μm，外层厚于内层。表面具细网状纹饰。轮廓线较平滑。

比较与讨论 当前新种以明显加厚的孔缘区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

楝科 Meliaceae

楝粉属 *Meliaceoidites* Wang, 1980

圆形楝粉（新种）*Meliaceoidites orbicularis* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版28，图3—5）

正型标本 图版28，图3 平;39-(6)-54a.

侧面观圆形，极轴长17.2—21μm，赤道轴17.2—21μm。极面观近圆形，直径23.3μm。具三孔沟，沟细长可达极，孔横长，呈与赤道平行的长棱形。外壁厚2.3μm，坚实，内、外层等厚，在孔区内层稍加厚。表面具颗粒状纹饰。轮廓线微波状。

比较与讨论 本新种以圆形轮廓，坚实的外壁区别于*M. delicatus* Zheng (1985)

层位 玉泉组。

大戟科 Euphorbiaceae

大戟粉属 *Euphorbiacidites* (Zaklinskaja) Li & al. 1978

网纹大戟粉 *Euphorbiacidites reticulatus* Li, Song & Li

（图版28，图15—17）

1978 *Euphobiacidites reticulatus* Li, Song & Li, 33页，图版10，图29—31。

层位与分布 玉泉组；江汉平原始新世—下渐新世；江苏渐新世三垛组二段。

马科杜尔大戟粉 *Euphorbiacidites marcodurensis* (Pflug & Thomson) Zheng

（图版28，图13，14）

1953 *Tricolporopollenites marcodurensis*, Thomson & Pflug, 103页，图版13，图5—9。

1985 *Euphorbiacidites marcodurensis* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，110页，图版36，图26，35，36。

层位与分布 玉泉组；欧洲中新世。

美丽大戟粉 *Euphorbiacidites formosus* Zheng

（图版28，图7，10，11，18—22）

1985 *Euphorbiacidites formosus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，109页，图版36，图13—16。

属位与分布 海龙井组、玉泉组；东海龙井构造带新第三纪海龙井组—三潭组。

瓦棱逊大戟粉 *Euphorbiacidites wallensnsis* (Pflug) Li, Song & Li

（图版28，图12）

1953 *Tricolporopollenites wallenstensis* Pflug，103页，图版13，图1—4。

1978 *Euphorbiacidites wallensensis* (Pflug) Li, Song & Li，33页，图版X，图26—28

层位与分布 灵峰组下段；东海龙井构造带新第三纪海龙井组—三潭组；江汉平原早第

三纪。

铁苋菜粉属（新属）*Acalyphaepollenites* Sun M.-R. (gen.nov.)

属型 *Acalyphaepollenites acalyphoides* Sun M.-R. (gen. & sp. nov.)

属征 花粉粒极面观圆三角形，一般个体较小。具三孔，孔小，椭圆形或圆形，外壁中等厚度或较厚，具颗粒状，网状等不同的纹饰。在孔附近内、外层不分离，内层加厚并使外层外凸或略外凸。

讨论 新属的主要特征是个体小，在孔周围内层加厚，且内、外层不分离，外层外凸或略外凸。本新属与*Betulaceoipollenites* Potenie (1951) 截然不同，后者的孔具发达的唇，在孔区外层明显厚于内层，而新属的孔无唇，孔区的外层不加厚而内层加厚。与*Momipites* Wedehouse (1933) 比较，后者具明显的孔庭，新属的孔不具孔庭而区别于后者。新属与现生大戟科的铁苋菜花粉相似（中国热带亚热带被子植物花粉形态，129页，图版69，图1—4）。

亲缘关系 大戟科Euphorbiaceae的铁苋菜属*Acalypha*。

时代 古新世。

铁苋菜粉（新属、新种）*Acalyphaepollenites acalyphoides* Sun M. R. (gen. et sp. nov.)

（图版28，图24—26）

正型标本 图版28，图25，45-(3)-18。

极面观三角形，角钝圆，直径16—20μm。具三孔，孔小，椭圆形，子午向伸长。外壁厚1.5—2.5μm，内、外层等厚。在孔周围两层不分离，内层加厚，外层略外凸，表面纹饰内颗粒状—内瘤状。轮廓线平滑。

层位 灵峰组下段。

漆树科 Anacardiaceae

漆树粉属 *Rhoipites* Wodehouse 1933

伸长漆树粉 *Rhoipites protensus* (Takahashi) Zheng

（图版28，图28）

1979 *Cupuliferoipollenites protensus* Takahashi, 44页 图版12, 图1—7。

1985 *Rhoipites protensus* (Takahashi) Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，93页，图版30，图1—8。

层位与分布 平湖组；东海龙井构造带渐新世花港组至上新世三潭组。

假桶形漆树粉 *Rhoipites pseudodolium* Song & Zheng

（图版28，图32；图版37，图32）

1981 *Rhoipites pseudodolium* Song & Zheng，宋之琛等，137页，图版40，图36—39。

层位与分布 灵峰组；江苏晚白垩世泰州组—古新世阜宁组。

魏尔漆树粉 *Rhoipites villensis* (Thomson) Song & Zheng

(图版28，图33)

1951 *Cupuliferoipollenites villensis* Potonie，图版XX，图88，89。

1953 *Tricolporopollenites villensis* Thomson，99页，图版12，图5—14。

1981 *Rhoipites villensis* (Thomson) Song & Zheng，宋之琛等，136页，图版40，图16—18。

层位与分布 灵峰组上段；苏北地区晚白垩世泰州组，古新世阜宁组及渐新世三垛组。

菱形漆树粉 *Rhoipites rhomboius* Wang

(图版28，图31；图版36，图27)

1981 *Rhoipites rhomboius Wang*，宋之琛等，136页，图版40，图26—29。

层位与分布 灵峰组下段；江苏古新世阜宁组一、二段。

东海漆树粉（新种） *Rhoipites donghaiensis* Sun M.-R.（sp. nov.）

(图版28，图29，30)

正型标本 图版28，图30，PL39-(2)-14.

侧面观长椭圆形，两极平宽，极轴30.29—31.45μm，赤道轴18.64—20.97μm。具三孔沟，沟长达极面，常不明显。孔横长，呈矩形或凸镜状。外壁厚 1.5μm，外层厚于内层。表面具颗粒状纹饰，或颗粒相联呈短条纹。轮廓线微波形。

比较与讨论 本新种与*Rhoipites pseudocingulum* (R. Pot.) 相比较，后者为宽椭圆形，个体也较大。与*Rhoipites striatus* Zheng (1985) 比较，后者为宽椭圆形，孔圆形或略横长。

层位 灵峰组上段。

小眼漆树粉 *Rhoipites microluminus* Kemp, 1977

(图版 36，图 28)

1977 *Rhoipites microluminus* Kemp，39页，图版6，图10—13。

侧面观椭圆形一近圆形，极轴13—25μm，赤道轴9—20μm，具三孔沟，沟长达两极，在两极沟逐渐变尖，在赤道扩大，具明显的沟缘，孔径 2—3μm。外壁基柱明显，外层略厚于内层，外层在极区略增厚，表面纹饰网状，网眼细小，约0.4—0.5μm。当前标本的大小是23.3×15.4μm。

层位与分布 灵峰组上段；印度洋东经90°海岭早第三纪。

西里拉科 Cyrillaceae

西里拉粉里 *Cyrillaceaepollenites* (Murrigen & Pflng 1951) Potonie

大型西层拉粉 *Cyrillaceaepollenites megaexactus* (R. Potonie) Potonie

(图版 28，图 35—38，42)

1953 *Tricolporopollenites megaexactus* subsp. *bruhlensis*, Thomson & Rflug, 101页，图版12，图50—57。

1960 *Cyrillaceaepollenites megaexactus*, Potonie, 102页，图版6，图115。

1978 *Cyrillaceaepollenites megaexactus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，112页，图版36，图40—43。

层位与分布 海龙井组和三潭组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组—东营组。江苏古新世阜宁组，渐新世三垛组二段。欧洲中新世。

小圆孔西里拉粉 *Cyrillaceaepollenites miniporus* Zheng

（图版 28，图 39—41，43；图版 34，图 26）

1985 *Cyrillaceaepollenites miniporus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，113页，图版38，图10—23。

层位与分布 海龙井组—玉泉组；东海龙井构造带新第三纪海龙井组—玉泉组。

冬青科 Aquifoliaceae

冬青粉属 *Ilexpollenites* Thiergart, 1937 ex Potonie, 1960

珠粒冬青粉 *Ilexpollenites margaritatus* (R. Potonie) Raatz

（图版 28，图 48）

1951 *Ilicoipollenites margaritatus*, R. Potonie，图版XXI，图113，114。

1960 *Ilexpollenites* (al. *Pollenites*) *margaritatus*, R. Potonie，99页。

1978 *Ilexpollenites margaritatus*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，130页，图版44，图16—28。

里位与分布 灵峰组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组；江苏古新世阜宁组；欧洲第三纪。

小冬青粉 *Ilexpollenites microiliacus* (Pflug & Thomson) Ke et Shi

（图版 28，图 49）

1963 *Tricolporopollenites microiliacus* Pflug & Thomson，106页，图版14，图61—63。

1978 *Ilexpollenites microiliacus*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，130页，图版44，图13，14。

层位与分布 玉泉组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组三段——段。东海龙井构造带新第三纪海龙井组至三潭组。

珠粒冬青粉（比较种） *Ilexpollenites* cf. *margaritatus* (R. Potonie) Raatz

（图版 28，图 1,46）

讨论 当前标本的纹饰略细小些，故定为比较种。

层位 灵峰组上段及平湖组。

冬青粉 *Ilexpollenites iliacus* (R. Potonie) Thiergart

（图版 28，图 44,45,47）

1951 *Iler-pollenites iliacus*, Potonie, Thiergart & Thomson，58页，图版B，图45。

1985 *Ilexpollenites iliacus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，94页，图版30，图27—29。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带上新世三潭组及欧洲中新世。

槭树科 Aceraceae

槭树粉属 *Aceripollenites* Nagy 1969

拟槭树 *Aceripollenites aceroides* (Ke et Shi) Song

(图版 29，图 2)

1978 *Striatricolpites aceroides*，石油石学工业部石油勘探开发研究院等，130页，图版44，图33。

1985 *Aceripollenites aceroides* Song，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，91页，图版30，图30—32。

层位与分布 玉泉组；渤海沿岸地区早第三纪东营组，东海龙井构造带中新世海龙井组—玉泉组。

条纹槭树粉 *Aceripollenites striatus* (Pflug) Thiele-Pfeiffer

(图版 29，图 3)

1969 *Aceripollenites reticulatus*, Nagy，413页，图版18，图5，6。

1980 *Aceripollenites striatus* Thiele-Pfeiffer，145页，图版11，图22—25。

1985 *Aceripollenites striatus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，92页，图版30，图35—38。

层位与分布 玉泉组下段；东海龙井构造带中新世玉泉组及欧洲中新世。

网纹槭树粉 *Aceripollenites reticulatus* Nagy

(图版 35，图 3)

1969 *Aceripollenites reticulatus* Nagy，413页，图版43，图5，6。

1985 *Aceripollenites reticulatus*，青海石油管理局石油勘探开发研究院等，133页，图版XLIII，图6—8。

层位与分布 灵峰组上段；青海柴达木盆地中新世上干柴沟组、下油矿山组及匈牙利中新世。

无患子科 Sapindaceae

库盘尼粉属 *Cupanieidites* Cookson & Pike 1954

小刺库盘尼粉（新种） *Cupanieidites echinulatus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 29，图 4,5)

正型标本 图版29，图4，F142-(3)-11.

极面观三角形，三边平直，角端钝圆，直径30.29μm。具三孔沟，沟在极区汇合成正三角形的副合沟，其直径为16.31μm。外壁厚约1μm，表面具小刺状纹饰，刺分布均匀。轮廓线小齿状。

比较与讨论 当前新种与*Cupanieidites orthoteichus* Cookson & Pike比较，二者均为直边三角形，后者以网状纹饰不同于本新种。

层位 灵峰组。

无患子粉属 *Sapindaceidites* Wang 1980

三角无患子粉 *Sapindaceidites triangulus* Wang

（图版 30，图 2）

1980 *Sapindaceidites triangulus* Wang, Song & al., 9页，图版Ⅱ，图8,9。

1981 Sapindaceidites triangulus Wang，宋之琛等，139页，图版48，图22，28—31。

层位与分布 灵峰组上段；江苏晚白垩世泰州组至古新世阜宁组。

椴科 Tiliaceae

椴粉属 *Tiliaepollenites* (R. Potonie 1931) Potonie & Venitz 1934

粒纹椴粉（新种） *Tiliaepollenites granulatus* Sun M. -R. (sp. nov.)

（图版 29，图 6—8）

正型标本 图版29，图8，孢44-(5)-6。

极面观轮廓近圆形或圆三角形，直径29.12μm。具三孔沟，沟细，长为半径的1/3。穿过孔，将孔环分割成两半。外壁厚约1.5μm，外层厚于内层；表面具细面密的颗粒状纹饰；轮廓线不平。

比较与讨论 本新种以细而密的颗粒状纹饰区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

粒网纹椴粉（新种） *Tiliaepollenites retigranulatus* Sun M. -R. (sp. nov.)

（图版 29，图 11，12，21，24—26）

正型标本 图版29，图24，孢32-(1)-14b。

极面观轮廓近圆三角形，直径29.12—31.45μm，具三孔沟，孔为纵向伸长的椭圆形，沟细短而不明显。外壁厚度1—2μm，外层厚于内层、孔附近内、外层分离，中层填充于孔的周围，成暗色的孔环。表面纹饰在极区为网状，网眼直径约1—2μm，网脊宽度不超过1μm，向赤道网眼渐变细，逐渐过渡成细颗粒状纹饰，轮廓线细波浪状。

比较与讨论 本新种以由网状纹过渡成细颗粒纹为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组上段底部。

奇异椴粉（新种） *Tiliaepollenites paradoxus* Sun M. -R. (sp. nov.)

（图版 29，图 13—15）

正型标本 图版29，图15，灵29-(5)-16。

极面观轮廓近圆形，直径28—29μm。具三孔沟，孔纵向伸长。沟短，从极面看不易与孔分辨清楚。外壁厚度1—1.5μm，基柱构造明显，外层厚于内层，内、外层在孔区分离，中层填充于孔的周围，形成孔环，环在向极的一侧具外壁变异的暗色区，此暗色区形状不规则或呈超半圆形，表面具细网纹。

比较与讨论 此新种以孔环向极区的一侧具外壁变异的暗色区为特征。与 *T. microreticulatus* (Mai) Ke et Shi (1978) 比较，从其图版46，图24看，孔环向极一侧也具暗色区，但其孔口宽大，孔环较窄；另外从 *Intratriporopollenites microreticulatus* Mai (1961) 的描述和图版中均无此特征，因此二者是可以区别的。从 *Intratriporopollenites pseudoinstrastus* Mai (1961) 的图版上看有不明显的暗色区，但未见描述，而且该种的孔也较大些。

层位 灵峰组。

灵峰椴粉（新种） *Tiliaepollenites lingfengensis* Sun M.-R. (sp. nov)

(图版29，图9，10)

正型标本 图版29，图9，孢32-(2)-19。

极面观近圆形一圆三角形，直径23.3—25.63μm。具三孔沟，孔缝状纵长，沟细短，略超过孔的范围。孔壁厚约1μm，在孔区外层向外略翘起，中层填充于内、外层之间形成孔环，沟可穿过孔环；在极区外壁常褶皱。表面具模糊的或细的颗粒状纹饰。轮廓线不平。

比较与讨论 本新种以外层在孔区向外略翘起和极区外壁褶皱为特征。与 *T. rugulosus* (sp. nov.) 比较，后者的个体大，且褶皱粗长，外层在孔区不外翘而区分。

层位 灵峰组。

具褶椴粉（新种） *Tiliaepollenites rugulosus* Sun M.-R. (sp. nov)

(图版29，图16—18)

正型椴本 图版29，图16，2105-(1)-1c。

极面观轮廓三角形，角端宽圆，或近五边形，直径26.8—29.12μm。具三孔沟，孔缝状纵长，沟细短，略超出孔的范围。外壁厚约1μm，在孔区外，内层分开，中层填充其间成孔环；外壁常具褶皱，褶皱长而宽；表面具颗粒状纹。

比较与讨论 本新种以外壁具粗长而明显的褶皱区别于其他种。

层位 灵峰组下段至上段的底部。

假椴粉 *Tiliaepollenites pseudoinstructus* (Mai) Ke et Shi

(图版，29，图22)

1961 *Instratriporopollenites pseudoinstructus* Maj, 65页，图版10，图19—40.

1978 *Tiliaepollenites pseudoinstructus*(Mai)，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，137 页，图版 46，图28—31。

层位与分布 灵峰组下段；渤海沿岸早第三纪沙河街组一东营组。东海龙井构造带中新世玉泉组—上新世三潭组。

假椴粉（比较种） *Tiliaepollenites* cf. *pseudoinstructus* (Mai) Ke et Shi

(图版 29，图19)

讨论 所见标本的特征与*T. pseudoinstructus* (Mai) Ke et Shi 1978的特征相似，但具四孔沟、故定为比较种。其大小为29.12×25.63μm。

层位 灵峰组下段。

细网椴粉（比较种） *Tiliaepollenites* cf. *microreticulatus* (Mai) Ke et Shi

（图版29，图20）

讨论 所见标本与*T. microreticulatus* (Mai)Ke et Shi相似，唯其个体(36.11μm)比后者略大些，故定为比较种。

层位 灵峰组上段。

示范椴粉（比较种） *Tiliaepollenites* cf. *instructus* Potonie

（图版29，图28,29）

讨论 当前标本的纹饰为模糊的细网纹，且个体较小，不超过34.5μm比*T. instructus*略小些，其他特征与之相同，故定为比较种。

层位 海龙井组至玉泉组。

细网椴粉 *Tiliaepollenites microreticulatus* (Mai) Ke et Shi

（图版29，图30）

1961 *Intratriporopollenites microreticulatus* Mai, 64页，图版10，图1—9。

1978 *Tiliaepollenites microreticulatus*(Mai)，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，136页，图版46，图24,25。

层位与分布 海龙井组下段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组至东营组；抚顺煤田中始新世计军屯组；东海龙井构造带上新世三潭组；欧洲中第三纪。

细小椴粉 *Tiliaepollenites minimus* (Mai) Ke et Shi

（图版29，图33）

1961 *Intratriporopollenites minimus* Mai, 65页，图版18，图12—18。

1978 *Tiliaepollenites minimus*(Mai)，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，136页，图版46，图20。

层位与分布 花港组；抚顺煤田中始新世计军屯组；渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组至东营组；江苏新第三纪盐城群；东海龙井构造带中新世海龙井组；欧洲早第三纪。

无疑椴粉（比较种） *Tiliaepollenites* cf. *indubitabilis* R. Potonie

（图版29，图32，34）

讨论 当前标本的大小为23.3—24.46μm，比*T. indubitabilis* R. Pot. (1960)略小，其他特征均相同，故定为比较种。

层位 海龙井组。

胡颓子科 Elaeagnaceae

胡颓子粉属 *Elaeagnacites* Ke et Shi 1978

黄桦胡颓子粉 *Elaeagnacites huanghuaensis* Ke et Shi

(图版 29，图31)

1978 *Elaeagnacites huanghuaensis*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，132页，图版 45，图1—4。

层位与分布 海龙井组；渤海沿岸早第三纪沙河街组至东营组；东海龙井构造带海龙井组—三潭组。

坚固胡颓子粉 *Elaeagnacites firmus* Zheng

(图版 29，图35)

1985 *Elaeagnacites firnus* Zheng, 地质矿产部海洋地质综合研究大队等，108 页，图版35，图 8 。

层位与分布 玉泉组下段；东海龙井构造带上新世三潭组。

光面胡颓子粉 *Elaeagnacites laevigatus* Ke et et Shi

(图版 30，图 1)

1978 *Elaeganacites laevigatus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，131页，图版45，图 6 。

层位与分布 玉泉组；渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组二段。

紫树科 Nyssaceae

紫树粉属 Nyssapollenites Thiergart, 1937

极面紫树粉 *Nyssapollenites pseudolaesus* R. Potonie

(图版 30，图4,6,14)

1953 *Tricolporopollentes kruschi* asp. *pseudolaesus* Thomson & Pflug, 104页，图版13，图47—63。

1978 *Nyssapollenites pseudolaesus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，137页，图版47，图 1—4。

层位与分布 玉泉组上段及灵峰组上段；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组；东海龙井构造带新第三纪海龙井组至东海群。

普尔科紫树粉 *Nyssapollenites puercoensis* (Anderson) Drugg

(图版30，图 3,25；图版 31，图7)

1960 *Nyssa puercoensis* Anderson, 23页，图版7，图 12。

1967 *Nyssapollenites puercoensis* (Anderson)Drugg, 52 页，图版 8，图 4 。

极面观轮廓三角形或近三角形，直径 25—35 μm，具三孔沟，沟窄，长达极区，孔明显。外壁厚约 1—1.5 μm，内、外层相等，在孔沟附近外壁变薄后又加厚，形成窄的缘。

层位与分布 灵峰组上段；美国晚白垩世至古新世。

中国紫树粉（比较种） *Nyssapollenites* cf. *sinensiformis* Ke et Shi

(图版 30，图5,24)

讨论 当前标本与*N. sinensiformis* Ke et Shi很相似，唯轮廓稍圆一些，故定为比

较种。

层位 灵峰组下段及玉泉组。

网纹紫树粉 *Nyssapollenites reticulatus* Zheng

(图版 30，图 7,8,15)

1985 *Nyssapollenites reticulatus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，129页，图版45，图15，17—20。

层位与分布 平湖组及玉泉组；东海龙井构造带新第三纪海龙井组—三潭组。

三瓣紫树粉（新种） *Nyssapollenites tripetatus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版30，图 9—11)

正型标本 图版30，图9，平173-(3)-27。

极面观圆三角形，直径 25.63μm，具三孔沟，沟长为半径的 3/4，孔圆形。外壁厚约 1μm，内层薄，在孔附近内层中断，外层在沟附近先变薄后再加厚呈环状包围着孔。表面纹饰在极区和沟间区为颗粒状，在孔沟附近颗粒渐变细面后消失，由于沟间区和极区的颗粒粗而密形成暗色的三瓣状。

比较与讨论 本新种以粗密的颗粒在沟间区和极区形成暗色三瓣状为特征。并以此区别于其他种。

层位 花港组。

极面紫树粉（比较种） *Nyssapollenites* cf. *pseudolaesus* Potonie

(图版 30，图16—23,36—40；图版 31，图14)

讨论 当前标本的特征与*N. pseudolaesus* Potonie很相似，唯个体略小(23.3—26μm)，故为比较种。

层位 灵峰组。

弯曲紫树粉 *Nyssapollenites contorus* (Pflug & Thomson) Li. Song et Li

(图版30，图26,27；图版31，图20，21)

1953 *Tricolporopollenites kruschi* subsp. *contortus* Pflug & Thomson，104页，图版13，图34—46。

1978 Nyssapollenites contortus (Pflug & Thomson) Li, Song, et Li，李曼英等，36页，图版XI，图2。

讨论 这一种原为汤姆逊等（Pflug & Thomson 1953）所定的亚种，后被李曼英等（1978）重新组合。当前标本与汤姆逊的图版13，图25、26、39十分近似。当前标本的沟两侧具明显的外壁加厚带，此加厚带向两极渐减尖。孔常被加厚带遮掩。

层位 灵峰组上段。

混合紫树粉（新种） *Nyssapollenites commixtus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版30，图 28—31，35)

正型标本 图版30，图31，孢44-(4)-6。

极面观三角形，三边直或微凸，直径21—30.29μm。具三孔沟，孔圆且不超过沟的宽度。沟细，长为半径的2/3或1/2。外壁厚约1.5μm，外层厚于内层；在孔附近内层中断，外层先变薄，继而又加厚。沟两侧具窄的外壁加厚带。表面纹饰在孔间区呈明显的细网状，在极区为模糊的细颗粒状，在孔沟附近纹饰消失而成光滑的表面。

比较与讨论 本新种以在孔间区、极区和孔沟附近的纹饰不同为特征。这种特殊的现象未发现于本属的其他种。

层位 灵峰组。

卵形紫树粉（新种） *Nyssapollenites oviformis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版30，图32—34；图版31，图 1—6,18,19)

正型标本 图版31，图4，孢32-(1)-12a。

侧面观卵圆形，一极平宽，另一极尖缩，极轴 24.24—26.79 μm，赤道轴 16.31—20.97μm。具三孔沟，沟沿轮廓伸展，长达极区，两侧具外壁加厚带，在极区两条加厚带向外弯呈分叉状；孔侧面呈半圆形，正观孔不超越沟的范围而且为加厚带遮掩。外壁厚约2μm，内、外层等厚，在极区外层增厚；表面纹饰内颗粒状，轮廓线平滑。

比较与讨论 本新种以卵圆形外形为特征，与*Nyssa pollenites contortus*(Pf.& Th.)比较，后者为宽椭圆形或近圆形，沟两侧的加厚带在极区不呈分叉状。

层位 灵峰组。

三角紫树粉（新种） *Nyssapollenites triangulus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版30，图41—45；图版34，图 18)

正型标本 图版30，图44，PL39-(3)-6。

极面观三角形，三边直或微凸，直径16.31—19.8μm。具三孔沟，孔小而圆，沟长为半径的1/2或 2/3。外壁厚约 <1—1.5μm，内、外层厚度相等，在孔附近内层中断，外层先变薄继而加厚；表面纹饰弱颗粒状或模糊的细粒状。

比较与讨论 本新种以个体较小，三角形轮廓为特征与其他种区别。与 *N. longicolpus* (sp. nov.) 比较，新种的沟短而区别于具细长沟的后者。

层位 灵峰组。

长沟紫树粉（新种） *Nyssapollenites longicolpus* Sun M.R. (sp. nov.)

(图版 30，图46，47)

正型标本 图版30，图46，孢29-(2)-7。

极面观三角形，三边微凸，角钝，直径20—21.25μm。具三孔沟，孔圆，较大；沟细而长，几乎与半径相等，沟边缘加厚不明显。外壁厚度 1—1.5 μm，内，外层厚度相等，在孔附近内层中断，外层先变薄继而加厚。表面纹饰细颗粒状。

比较与讨论 本新种以沟细长，沟边缘加厚不明显等特征区别于其他种。

层位 灵峰组顶部。

橄榄形紫树粉（新种） *Nyssapollenites oliviformis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 31，图 8—11)

正型标本 图版31，图10，孢46-(2)-13b。

侧面观长椭圆形，两端尖缩若橄榄状，极轴23.3—36.11μm，赤道轴14—22.13μm。具三孔沟，孔小而圆，沟两侧具明显的加厚带。外壁厚约2μm，内、外层等厚，表面纹饰粗颗粒状。

比较与讨论 本新种以外观若橄榄状区别于其他种。

层位 灵峰组。

小紫树粉（新种） *Nyssapollenites minimus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版31，图 12,13,15—17)

正型标本 图版31，图16，FL41-(2)-11。

侧面观卵圆形，极轴16.31—19.86μm，赤道轴 12.56—16.31μm。具三孔沟，孔小，侧观呈半圆形，正观被加厚带遮掩；沟两侧加厚带明显。外壁厚约 1—2 μm，外层厚于内层，表面粗糙或具颗粒状纹饰。

比较与讨论 本新种以很小的个体与其他种区别。

层位 灵峰组。

明显紫树粉（新种） *Nyssapollenites promptus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 31，图 22,23)

正型标本 图版 31，图22，平1D15-(1)-3。

极面观轮廓近圆形，直径 18.64—22.13μm，具三孔沟，孔圆而大，直径约3—4μm，沟长达极，沟缘加厚不明显，沟在赤道区的宽度与孔径相等。外壁厚约1μm或小于 1μm，在孔附近外壁加厚很明显，表面纹饰网状，在孔沟附近网变细而模糊。

比较与讨论 本新种以孔大而圆，在孔附近外壁加厚明显为特征区别于其他种。

层位 海龙井组上段。

特壮紫树粉 *Nyssapollenites analepticus* Potonie

(图版31，图 26)

1951 *Nyssa-pollenites analepticus* Potonie，图版XXI，图 122，123。

1953 *Tricolporopollenites kruschi* subsp. *analepticus* Thomson & Pflug，103页，图版13，图14—24。

1981 *Nyssapollenites analepticus*，宋之琛等，144页，图版52，图13。

层位与分布 灵峰组；江苏古新世阜宁组三、四段至渐新世三垛组二段。德国早第三纪。

桃金娘科 Myrtaceae

桃金娘粉属 *Myrtaceidites* (Cookson & Pike, 1954) R. Potonie, 1960

普通桃金娘粉 *Myrtaceidites communis* Wang

(图版 31，图27—30)

1981 *Myrtaceidites communis* Wang，宋之琛等，146页，图版 47，图19，20。

层位与分布 灵峰组下段；江苏古新世阜宁组一段。

桃金娘粉（比较种） *Myrtaceidites* cf. *cajupitiformis* (Zaklinskaja) Zhou

(图版 34，图25)

讨论 当前标本较小于 *M. cajupitiformis* (Zakl.) Zhou，其他特征均与之相似。故定为比较种。

层位 灵峰组下段。

五加科 Araliaceae

五加粉属 *Araliaceoipollenites* R. Potonie, 1951

尤福五加粉 *Araliaceoipollenites euphorii* (Potonie) Potonie

(图版 37，图16—18)

1951 *Araliaceoipollenites euphorii* R. Potonie，图版XXI，图139—141.

1978 *Araliaceoipollenites euphorii*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，139页，图版48，图 12。

层位与分布 海龙井组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组—东营组。

缴形科 Umbelliferae

天胡荽粉属 *Hydrocotaepites* Zheng, 1985

厚壁天胡荽粉 *Hydrocotaepites pachydermus* Sun & al.) Zheng

(图版31，图 31)

1980 *Verrutricolporites pachydermus*，孙湘君等，194页，图版 1，图15—22。

1985 *Hydrocotaepites pachydermus*(Sun & al.)Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，149页，图版51，图 12—17。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带玉泉组—三潭组。南海大陆架渐新世涠洲组，南黄海盆地新第三纪。

拟缴形粉属 *Umbelliferaepites* Biswas, 1962

柴胡型拟伞形粉 *Umbelliferaepites bupleurumiformis* Zheng

(图版 31，图41)

1985 *Umbelliferaepites bupleurumiformis* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，150 页，图版

52，图4，8。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带上新世三潭组。

山矾科 Symplocaceae

拟山矾粉属 *Symplocoipollenites* R. Potonie ex Potonie

孔室拟山矾粉 *Symplocoipollenites vetibulum* (R. Potonie) Potonie, 1960

（图版 31，图32）

1951 *Symplocoipollenites vestibulum cecilienesis* Potonie, Thomson & Thiergart, 61页，图版C，图35。

1960 *Symplocoipollenites vestibulum* Potonie, 106页。

1985 *Symplocoipollenites vseitibulum*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，144页，图版49，图15—18。

层位与分布 花港组；东海龙井构造带新第三纪玉泉组至三潭组。欧洲中新世。

孔室拟山矾粉（比较种） *Symplocoipollenites* cf. *vestibulum* (R. Potonie) Potonie

（图版31，图33,40；图版 34，图 15）

1978 *Symplocoipollenites* cf. *vseitibulum*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，140页，图版 49，图22—26。

层位与分布 三潭组；渤海沿岸地区早第三纪沙河街组；东海龙井构造带中新世海龙井组至上新世三潭组。

宽孔拟山矾粉 *Symplocoipollenites latiporus* (Thomson & Pflug) Zheng

（图版 31，图34—36）

1953 *Porocolpopollenites latiporis* Thomson & Pflug, 93 页，图版10，图123—124。

1985 *Symplocoipollenites latiporis*(Thomson & Pflug)Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，143页，图版48，图37—41。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带中新世海龙井组—玉泉组。

东方拟山矾粉 *Symplocoipollenites orientalis* Zheng

（图版 31，图 37,38）

1985 *Symplocoipollenites orientalis* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，143 页，图版 49，图28—33。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带中新世海龙井组—玉泉组。

圆形拟山矾粉 *Symplocoipollenites orbiformis* (Pflug & Thomson) Zheng

（图版 31，图 39）

1953 *Porocolpopollenites orbiformis* Pflug & Thomson, 94页，图版11，图 24—26。

1985 *Symplocoipollenites orbiformis* (Pflug & Thomson) Zheng, 地质矿产部海洋地质综合研究大队等，143页，图版49，图34。

层位与分布 玉泉组下段；东海龙井构造带中新世海龙井组。

木犀科 Oleaceae

梣粉属 *Fraxinoipollenites* R. Potonie, 1951

林卡梣粉（新联合） *Fraxinoipollenites linquapollenites* (Rouse 1962) (comb. nov.)

(图版 31，图 42，43)

1962 *Fraxinus linquapollenites* Rouse, 206页，图版4，图22—23。

侧面观椭圆形—梭形，极轴16—18μm，赤道轴12.5μm左右，具三拟孔沟。外壁厚约1μm，基柱构造明显，表面纹饰细网状—弱网状。

层位与分布 灵峰组下段；相似的标本见于加拿大中、晚始新世。

网纹梣粉 *Fraxinoipollenites reticulatus* Ke et Shi

(图版 35，图 19，20)

1978 *Fraxinoipollenites reticulatus*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，141页，图版49，图17—19。

层位 玉泉组上段；渤海沿岸早第三纪沙河街组至东营组；东海龙井构造带渐新世花港组以上。

小梣粉（新种） *Fraxinoipollenites minutus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 36，图 4—6)

正型标本 图版36，图6孢32-(2)-5b。

侧面观宽椭圆形，极轴 14—15.14μm，赤道轴 10—13μm。具三沟、无沟弯。外壁厚度 1—1.5μm，基柱构造明显、表面具网状纹饰，网眼直径约 1μm，大小均匀，轮廓线波状。

比较与讨论 本新种以特小的个体区别于其他种。

层位 灵峰组上段至瓯江组顶部。

雅洁梣粉 *Fraxinoipollenites pudicus* (R. Potonie) Potonie

(图版 31，图 47)

1951 *Pollenites pudicus*, Potonie, 图版XXI，图174，175。

1960 *Fraxinoipollenites pudicus* R. Potonie, 94页，图版 6，图 98。

1981 *Fraxinoipollenites pudicus*, 宋之琛等，160页，图版 38，图 5—11。

属位与分布 玉泉组；江苏渐新世三垛组及新第三纪盐城群。

木犀粉属 *Oleoidearumpollenites* Nagy, 1969

网纹木犀粉 *Oleoidaerumpollenites reticulatus* Nagy

(图版 31，图 48,49)

1969 *Oleoidearumpollenites reticulatus* Nagy, 429 页，图版 47，图 2,3。

极面观三裂圆形、直径24—30μm（当前标本为27.96μm 左右）。具三沟，沟宽，长为半径的1/2。外壁厚约 3μm，基柱构造明显，基柱高 2.5μm；表面纹饰粗网状，网壁由单基柱头组成；网眼呈不规则的多角形，直径2.5μm左右；轮廓线波浪状。

层位与分布 玉泉组下段；最初见于匈牙利中新世。

小木犀粉（新种） *Oleoidearumpollenites minor* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 31，图 44—46）

正型标本 图版31，图45，平173-(3)-29。

侧面观宽椭圆形，极轴18.4—20.7μm，赤道轴15—17.2μm，具三沟，沟有沟弯（拟孔），外壁厚2μm左右，基柱构造明显。表面具网状纹饰，网眼大小均匀。轮廓线波状。

比较与讨论 本新种以较小的个体区别于其他种。

层位 花港组及玉泉组。

唇形科 Labiatae

唇形三沟粉属 *Labitricolpites* Ke et Shi 1978

狭窄唇形三沟粉 *Labitricolpites stenosus* Ke et Shi

（图版 31，图 52）

1978 *Labitricolpites stenosus*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，144页，图版50，图7—10。

层位与分布 平湖组；渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组至东营组。

粗糙唇形三沟粉 *Labitricolpites scabiosus* Ke et Shi

（图版 32，图 1,2）

1978 *Labitricolpites scabiosus*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，144页，图版50，图13—20。

层位与分布 玉泉组下段及海龙井组上段；渤海沿岸始、渐新世沙河街组至东营组。

小唇形三沟粉 *Labitricolpites minor* Ke et Shi

（图版 32，图 3—6）

1978 *Labitricolpites minor*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，143 页，图版55，图 11, 12。

层位与分布 花港组至海龙井组上段；渤海沿岸地区始、渐新世沙河街组至东营组。

忍冬科 Caprifoliaceae

忍冬粉属 *Lonicerapollis* Krutzsch, 1962

薄极忍冬粉 *Lonicerapollis tenuipolaris* Ke et Shi

（图版 32，图 9）

1978 *Lonicerapollis tenuipolaris*，石油化学工业部石油勘探研究院等，147页，图版 51，图8—17。

层位与分布 海龙井组上段；渤海沿岸地区早第三纪孔店组—沙河街组。

稀有忍冬粉 *Lonicerapollis rarus* Zheng

(图版 32，图 17,18)

1985 *Lonicerapollis rarus* Zheng，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，99页，图版33，图32。

层位与分布 海龙井组上段；东海龙井构造带中新世海龙井组。

粒纹忍冬粉 *Lonicerapollis granulatus* Ke et Shi

(图版 32，图 16)

1978 *Lonicerapollis granulatus*，石油化学工业部石油勘探开发研究院等，145页，图版 51，图 18—22。

层位与分布 灵峰组顶部；渤海沿岸早第三纪孔店组至沙河街组四段。

光忍冬粉 *Lonicerapollis simplex* Song & Zheng

(图版 32，图 10,11,15)

1981 *Lonicerapollis simplex* Song & Zheng，宋之琛等，153页，图版 44，图1—9。

层位与分布 灵峰组；江苏晚白垩世泰州组至始、渐新世戴南组。

杜鹃科 Ericaceae

杜鹃粉层 *Ericipites* Wodehouse, 1933

杜鹃粉 *Ericipites ericius* Potonie, 1960

(图版 32，图 20,27)

1951 *Ericaceoipollenites ericius* Potonie，图版XX，图 148。

1960 *Ericipites ericius* Potonie, 138页。

1981 *Ericipites ericius*，宋之琛等，155 页，图版5 4，图 4。

层位与分布 海龙井组上段及三潭组上段；江苏新第三纪盐城群；德国第三纪。

美丽杜鹃粉 *Ericipites callidus* (Potonie) Drugg

(图版 32，图 21—24)

1951 *Ericaceoipollenites callidus* Potonie，图版XXI，图150—154。

1967 *Ericipitees callidus*(Potonie)Drugg, 62 页，图版8,图60。

四合体花粉，花粉粒大小为 28—62μm，单粒花粉的直径为 17.47—35μm，每个单粒上具三孔沟。外壁 1.5—2μm。表面光滑或具弱颗粒状纹饰。

层位与分布 灵峰组及三潭组；德国始新世；美国古新世。

透明杜鹃粉（比较种） *Ericipites* cf. *crystallus* (Potonie) Krutzsch

(图版 32，图 25,26,28)

1934b *Pollenites crystallus* Potonie, 86 页，图版4，图17。

1977 *Ericipites* cf. *crystallus*(Potonie)Krutzsch, 68页，图版 27, 图15—20。

四合体花粉，花粉粒的大小为32—40μm。单粒花粉的直径22μm。每个单粒上具三孔沟。外壁厚度约1.5μm左右。表面具颗粒状纹饰。

层位与分布 灵峰组上段；德国中始新世。

桑寄生科 Loranthaceae

克氏粉属 *Cranwellia* Srivastava, 1966

条纹克氏粉 *Cranwellia striata* (Couper) Srivastava

(图版 33，图 21)

1953 *Elytranthe striata* Couper, 51页，图版6，图85。

1966 *Cranwellia striata* (Couper) Srivastava, 537页，图版Ⅵ，图1, 4。

1978 *Cranwellia striata*, 石油化学工业部石油勘探开发研究院等，147页，图版53，图12, 13。

层位与分布 灵峰组顶部；

抚顺煤田中始新世古城子组和计军屯组；江苏晚白垩世早期至早白垩世晚期浦口组，古新世阜宁组一、二段；苏联、加拿大晚白垩世；新西兰渐新世。

高腾粉属 *Gothanipollis* Krutzsch, 1959

龙井高腾粉 *Gothanipollis longjingensis* Zheng

(图版 33，图 3,8)

1985 *Gothanipollis longjingensis* Zhen, 地质矿产部海洋地质综合研究大队等，153页，图版51，图1—7。

层位与分布 平湖组至花港组；东海龙井构造带渐新世花港组至中新世海龙井组。

倍什高腾粉 *Gothanipollis bassensis* stover

(图版 33，图 1,2,9,10)

1973 *Gothanipollis bassensis*, Stover & Partridge, 245页，图版17，图13—18。

1981 *Gothanipollis bassensis*, 中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等，46页，图版17，图19—32。

层位与分布 平湖组—花港组；南海大陆架始新世流沙港组一段至渐新世涠洲组及三亚组；澳大利亚始新世。

倍什高腾粉（比较种） *Gothanipollis* cf. *bassensis* Stover

(图版 33，图 4—6)

讨论 当前标本的个体（25.63—28μm）略大于 *G. bassensis*，其他特征均相同，故定为比较种。

层位 平湖组至花港组。

菊科 Compositae

管花菊粉属 *Tubulifloridites* Cookson, 1947

微小管花菊粉 *Tubulifloridites minumus* Song

(图版 32，图 30)

1985 *Tubulifloridites minumus* Song, 地质矿产部海洋地质综合研究大队等，105页，图版34，图17—19。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带中新世玉泉组至上新世三潭组。

蒿粉属 *Artemisiaepollenites* Nagy, 1969

谢氏拉蒿粉 *Artemisiaepollenites sellularis* Nagy

(图版 32，图 32)

1969 *Artemisiaepollenites sellularis* Nagy，440页，图版41，图18，19。

1985 *Artemisiaepollenites sellularis*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，102页，图版34，图 5—11。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带中新世海龙井组至上新世三潭组。

小蒿粉 *Artemisiaepollenites minor* Song

(图版 32，图 33)

1985 *Artemisiaepollenites minor* Song，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，102页，图版34，图1—4。

层位与分布 三潭组；东海龙井构造带上新世三潭组，江苏上新世上盐城群。

暂不能归入自然分类系统的花粉

裸粉属 *Nudopollis* Pflug 1953

末期裸粉 *Nudopollis terminalis* Pflug

(图版 33，图 37)

1953 *Nudopollis terminalis* Pflug，118页，图版22，图1—6。

1982 *Nudopollis terminalis*，赵英娘等，图版III，图24，27，31。

层位与分布 灵峰组上段；新疆库车盆地古新世塔拉克组，莎车盆地古新世一下始新世齐姆根组；德国古新世—始新世；美国早古新世。

离层粉属 *Trudopollis* Pflug，1953

阿克苏离层粉 *Trudopollis akesuensis* Zhao & al.

(图版 34，图 19)

1982 *Trudopollis akesuensis*，赵英娘等，109页；图版IV，图50—52。

层位与分布 灵峰组下段；新疆库车盆地古新世塔拉克组。

三孔粉属 *Triporopollenites* (Pflug，1952) Thomson & Pflug，1953

密瘤三孔粉 *Triporopollenites nactonodus* Zhao & al.

(图版 33，图 43，44)

1982 *Triporopollenites nactonodus*，赵家娘等，109页，图版4，图34。

层位与分布 灵峰组上段；新疆库车盆地古新世塔拉克组，莎车盆地古新世—早始新世齐姆根组。

密瘤三孔粉（比较种） ***Triporopollenites* cf. *nactonodus* Zhao & al.**

（图版 33，图 14,15）

讨论 当前标本个体较小，为22—23.3μm，其他特征与*T. nactonodus* Zhao & al. 相同，故定为比较种。

层位 灵峰组下段。

极环三孔粉 ***Triporopollenites polanulatus* Song & Tsao**

（图版 16，图 12）

1976 *Triporopollenites polanulatus*, 宋之琛等，156页，图版III，图1，2。

层位与分布 灵峰组下段；抚顺煤田古新世。

杵纹粉属 ***Pistillipollenites* Rouse, 1962**

麦氏杵纹粉 ***Pistillipollenites macgregorii* Rouse**

（图版 33，图 19，20）

1962 *Pistillipollenites macgregorii* Rouse, 206页，图版1，图8—12。

1980 *Pistillipollenites macgregorii*, 孙湘君等，92页，图版IX，图1—3。

层位与分布 灵峰组上段；抚顺煤田古新世栗子沟组和早始新世古城子组；北美古新世—始新世；欧洲晚古新世至早始新世。

蘑菇形杵纹粉（新种） ***Pistillipollenites fungiformis* Sun M.-R. (sp. nov.)**

（图版 33，图 17,18）

正型标本 图版33，图18，孢38-(4)-1b。

花粉粒近圆形，直径 17.47—18.64μm。由于纹饰遮掩，口器不清晰，外壁厚度<1μm，表面具大而稀疏的杵纹，杵纹间布以小瘤状纹，杵高约2—3μm，直径约 3.5μm，呈圆丘状，似刚露头的小蘑菇。

比较与讨论 本新种以具似蘑菇的圆丘状大杵纹及杵纹间布以小瘤状纹为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

三孔庭粉属 ***Triatriopollenites* (Pflug 1952) Thomson & Pflug, 1953**

暗庭三孔庭粉（新种） ***Triatriopollenites furviatrium* Sun M.R. (sp. nov.)**

（图版 17，图 44—47；图版 18，图 1—5）

正型标本 图版17，图47，FL39-(3)-9。

极面观三角形，三边凸出，直径28—30.29μm。具三孔，孔位于赤道并凸出于轮廓线

外，椭圆形，子午向伸长；孔庭明显，庭内呈暗黑色；内孔径8—12.81μm。外壁厚约2—2.5μm，外层厚于内层，在孔附近，内层中断，外层继续延伸至孔并略加厚。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 新种以具暗黑色孔庭为特征，并以此区别于三孔庭粉属的其他种。

层位 灵峰组上段。

菱肋三孔庭粉（比较种） *Triatriopollenites* cf. *lentiplicus* Sun & al.

（图版 17，图 33，43）

讨论 当前标本的形态与*Triatriopollenites lentiplicus* Sun X.-J. & al. 相同，唯个体较小（20.97—23.3μm），故定为比较种。

层位 灵峰组下段。

极皱粉属 *Plicatopollis* Krutzsch, 1962 emend Frederikson & Christoper, 1978

讨论 此属为Krutzsch(1962) 年所建立，Frederikson & al.(1978) 予以修定。Frederikson & al. 修定的属征为扁圆形花粉，极面观凸边三角形，外层厚于内层，外层可具弱基柱构造，细颗粒状纹饰。在一极或两极有三辐射状构造和斑点状变薄区，并且二者常出现在一个标本上。三孔（少数二或四孔），孔具明显的孔庭，但孔庭非马蹄铁形；孔具相当小的孔环，或外层在孔口稍膨大。

新月极皱粉 *Plicatopollis lunatus* Kedves,

（图版 17，图 11，12）

1974 *Plicatopollis lunatus* Kedvec, 57页，图版19，图7—12。

极面观三角形，三边凸出，角端浑圆，直径 16—25μm，具三孔，外孔径 1.5—1.8μm，孔环窄，或无孔环。外壁厚约1μm，外层厚 0.6 至 0.9μm；内层在距孔 0.4—0.6μm 处中断，孔庭具内颗粒；表面纹饰点状。极区具三辐射状内褶皱，内褶皱延伸至孔庭；在一极具三个形似新月的变薄区，此变薄区位于三辐射褶皱的分叉处。

Kedves认为此种与胡桃科有亲缘关系。

层位与分布 灵峰组下段；匈牙利下始新世，美国南卡罗利纳的古新世。

新月极皱粉（比较种） *Plicatopollis* cf. *lunatus* Kedves

（图版 17，图 26）

讨讨 当前标本与*P. lunatus* Kedves 的特征基本相同，唯三边凸出不十分明显，故定为比较种。

层位 灵峰组下段。

刺纹三孔粉属 *Echitriporites* van der Hammen, 1956 ex van Hoeken-Klinkenberg, 1964

具环刺纹三孔粉（新种） *Echitriporites annularis* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 24，图 7，9—11）

正型标本 图版24，图9，孢32-(2)-13b。

极面观圆三角形或近圆形、直径为18.64—22.13μm。具三孔，排列于赤道，椭圆形，子午向伸长，孔径 2—3μm，具孔环，环宽 2μm。外壁厚度小于1μm，在孔区外壁加厚形成明显的孔环，但不突出于轮廓线外，表面具刺状纹饰，刺短粗，顶端尖，基部宽，分布均匀。

比较与讨论 新种以具明显的孔环为特征而区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

三角刺纹三孔粉 *Echitriporites triangulif ormis* van Hoeken-Klinkenberg

（图版 24，图 8）

1964 *Echitriporites triangulif ormis* van Hoeken-Klinkenberg, 218页，图版3，图 7。

1980 *Echitriporites triangulif ormis*, 孙湘君等，图版Ⅸ，图27。

层位与分布 灵峰组上段；抚顺煤田始新世计军屯组；新疆库车盆地晚古新世塔拉克组。

刺纹周孔粉属 *Echistephanoporites* Leidelmeyer 1966

多边刺纹周孔粉（新种） *Echistephanoporites polyedricus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 24，图 12,13,16）

正型标本 图版24，图16，FL41-(3)-6。

极面观多边形，边微凸，直径 24.46—25.60μm。具五孔，偶见四孔，孔大而圆，孔径 4—5.8μm，较均匀地排列于赤道，外壁厚约 1μm，表面具刺状纹饰，刺顶端钝，基部膨大，宽1.5—2μm，刺长1—2μm，均匀地密布于整个花粉粒表面。

比较与讨论 当前新种以孔大面圆，且较均匀地排列于赤道及刺密布为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组上段。

昏暗刺纹周孔纹 *Ehistephanoporites obscurus* Muller

（图版 24，图 14—15，17—19）

1968 *Echistephanoporites obscurus* Muler

花粉粒近圆形，直径 20—35μm。具五孔，偶有四孔，孔圆形，可能排列于赤道，孔径 1—2μm，孔具宽约1.5μm左右的环。外壁厚 1.5μm 左右。表面具刺状纹饰，刺呈顶端

钝的圆锥形，长1.5μm。刺散布于花粉粒的表面。

层位与分布 灵峰组上段；沙捞越早第三纪。

矩圆刺纹周孔粉（新种） *Echistephanoporites oblongus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 24，图 20，21）

正型标本 图版24，图20，FL41-(1)-14。

极面观矩圆形，大小16.7—17.47×20.97—19.72μm。四孔，孔径不超过2μm，无孔环，位于赤道。外壁厚度小于 1μm，表面具刺状纹饰，刺短粗，长度小于 1μm，基部宽 1.5—2μm，刺顶端尖，分布均匀。

比较与讨论 新种与*E. alfonsi* Leidelmeyey 1966 相比较，后者具宽约 2.5μm的孔环，轮廓呈椭圆形而不同于新种。

层位 灵峰组上段。

刺纹散孔纹属 *Echiperiporites* van der Hammen & W

粗刺刺粉散孔粉（新种） *Echiperiporites scabridus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 24，图 22，23）

正型标本 图版24，图23，孢32-(1)-22d。

花粉粒近圆形，直径 20—23.3μm。具散孔，由于纹饰遮掩，孔数不清，孔小，不均匀的散布。外壁厚度1—1.5μm，表面具粗刺纹饰，刺长小于1μm 至 2μm 左右，基部宽于 2—3μm左右，分布均匀。

比较与讨论 新种的纹饰为粗刺，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

周纹多孔粉属 *Retimultiporopollenites* Li et Sun, 1981

小网纹多孔粉 *Retimultiporopollenites minor* Guan

（图版 24，图 27）

1985 *Retimultiporopollenites minor* Guan，地质矿产部海洋地质综合研究大队 等，153 页，图版 54，图 8—18。

层位与分布 三潭组；

东海龙井构造带玉泉组—三潭组。

东海粉属（新属） *Donghaipollis* Sun M.-R. (gen nov.)

属型 *Donghaipollis typicus* Sun M.-R. (gen. & sp. nov.)

属征 花粉粒个体较小，极面观三角形。三沟，沟细面短，两沟之间由瘤纹组成的拟弓形脊相联。瘤状纹饰。

亲缘关系 不明。

时代 古新世。

典型东海粉（新属、新种） *Donghaipollis typicus* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

（图版 33，图 22—32）

正型标本 图版33，图27，孢46-(2)-9

极面观三角形，三边凸出或平直，角端钝圆，直径 18.64—23.33μm。具三沟，沟细而短，为半径的1/4—1/3；极区指数大于0.75[1]；两沟之间具由密集的瘤组成的拟弓形脊相联，拟弓形脊明显或不明显。外壁厚度<1—1μm，近沟外壁略加厚；表面纹饰瘤状，瘤小于组成拟弓形脊的瘤。

层位 灵峰组。

稀瘤东海粉（新属、新种） *Donghaipollis raretylodes* Sun. M-R. (gen. et sp. nov.)

（图版 33，图 33—35）

正型标本 图版33，图34，FL41-(1)-16b。

极面观三角形，三边微凸，角端浑圆或平截，直径16.31—18.64μm。三沟，细而短，为半径的1/4—1/3；极区指数大于0.75；两沟之间由稀疏的排列成行的粗瘤相联结。外壁薄，小于1μm；表面纹饰小瘤状。

比较与讨论 当前新种两沟之间由稀疏的排列成行的粗瘤相联结，区别于*D. typicus*密集的瘤组成的拟弓形脊。

层位 灵峰组。

灵峰粉属（新属） *Lingfengpollis* Sun M.-R. (gen. nov.)

属型 *Lingfengpollis major* Sun M.-R. (gen, et sp. nov.)

属征 花粉粒个体小，极面观圆三角形—三角形，角端尖锐。三沟，短而细。外壁在沟附近变薄并外翘，纹饰颗粒状，极区常褶皱。

讨论 新属的沟短细，外壁在沟边薄而且外翘。外观上与*Kuetzipites* Anderson (1960) 颇易混淆，但后者的口器为孔状，孔底垫以三角形的暗色区而不同于本新属。

亲缘关系 不明。

时代 东海古新世，一般早、中古新世最多。

褶皱灵峰粉（新属、新种） *Lingfengpollis corrugatus* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

（图版 33，图 39,40；图版 34，图 28—35，42—45）

正型标本 图版34，图30，孢45-(3)-3。

极面观三角形，三边凸出，角端尖而外凸，直径18.64—20.97μm。具三沟，沟短细，

[1] 参阅孙湘君等（1980）116页。

长为半径的1/4，极区指数大于0.75。外壁薄，约<1—1μm，沟边外壁变薄且外翘，极区具粗的褶皱，表面具模糊的颗粒状纹饰。

比较与讨论 本新种的极区具粗的褶皱为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

大灵峰粉（新属、新种） *Lingfengpollis major* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

（图版 34，图 36—41）

正型标本 图版34，图38，孢47-(3)-13。

极面观圆三角形—三角形，三边凸出，角端尖而外凸，直径23.3—25.63μm。具三沟，沟细短，为半径的1/5—1/4，极区指数大于0.75，外壁厚约1—1.5μm，沟边外壁变薄且强烈外翘、表面纹饰粒粒状。

比较与讨论 本新种的个体比其他种大些而区别。

层位 灵峰组下段。

微尖灵峰粉（新属、新种） *Lingfengpollis acutiusculus* Sun M.-R. (gen. et sp. nov.)

（图版 34，图 46，47）

正型标本 图版34，图47，孢46-(3)-6。

极面观圆三角形或三角形，三边微凸，角端微尖，直径18.64—20.97μm。具三沟，沟细短，为半径的1/5。极区指数大于0.75。外壁厚约1—1.5μm，外壁在沟附近变薄，但微外翘；表面纹饰颗粒状，纹饰明显或模糊；极区不具褶皱。

比较与讨论 本新种比 *L. major* 小；极区褶皱细或不具褶皱而区别于 *L. corrugatus*。

层位 灵峰组下段常见，偶见于上段。

南岭粉属 *Nanlingpollis* Sun & He 1980

菱形南岭粉 *Nanlingpollis rhombiformis* Sun & He

（图版 37，图 52）

1980 *Nanlingpollis rhombiformis*，孙湘君等，120页，图版XXXI，图10—18。

层位与分布 灵峰组顶部；江西池江盆地古新世池江组二、三段。少量见于池江组四段。

长南岭粉 *Nanlingpollis longus* Sun & He

（图版 37，图 53）

1980 *Nanlingpollis longus*，孙湘君等，120页，图版XXXI，图1—9。

层位与分布 灵峰组下段；江西池江盆地古新世池江组二、三段。

阜平粉属 ***Fupingopollenites*** **Liu, 1985**

瓦克斯道夫阜平粉 ***Fupingopollenites wackersdorfensis*** **(Thiele-Pfeiffer) Liu**

(图版 31，图 50，51)

1980 *Tricolporopollenites wackersdorfensis* Thiele-Pfeiffer，153页，图版12，图22—28。

1985 *Fupingopollenites wackersdorfensis*，刘锦武，64页，图版1，图10—18。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带中新世海龙井组至上新世三潭组。

三沟粉属 ***Tricolpopollenites*** **Thomson & Pflug, 1953**

扇裂三沟粉（新种） ***Tricolpopollenites flabellilobatus*** **Sun M. R. (sp. nov.)**

(图版 35，图 28—31，40)

正型标本 图版35，图28，孢47-(2)-6。

极面观三裂圆形，似电扇扇叶状裂开，直径12.81—14μm。具三沟，沟细长，几达到极，沟末端钝圆，外壁厚度1—1.5μm，外层厚于内层。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 本新种以状似扇裂的三裂圆形及个体较小为特征，并以此区别于其他种。

层位 灵峰组。

珍珠三沟粉（新种） ***Tricolpopollenites margaritaceus*** **Sun M.-R. (sp. nov.)**

(图版 35，图 33—37)

正型标本 图版35，图34，FL39-(1)-18。

极面观三裂圆形，直径16.31—25.63μm。具三沟，沟宽而深裂，使轮廓呈三瓣状，沟边饰以小瘤，似镶嵌的珍珠。外壁厚约1μm。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 本新种的沟边饰以小瘤，似镶嵌的珍珠。并以此为特征区别于其他种。

层位 灵峰组顶部。

粗粒三沟粉（新种） ***Tricolpopollenites megagranulatus*** **Sun M.-R. (sp. nov.)**

(图版 35，图 41—44)

正型标本 图版35，图42，PL39-(2)-17a。

极面观三裂片状，直径16.31—18.64μm。具三沟，沟宽而深裂，呈三瓣。外壁厚度小于1μm。表面纹饰粗颗粒状或小疣状。轮廓线波状。

比较与讨论 本新种以粗颗粒状或小疣状纹饰区别于其他种。

层位 灵峰组顶部。

薄壁三沟粉 *Tricolpopollenites mollis* Wang

(图版 35，图 45，46)

1985 *Tricolpopollenites mollis* Wang，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，158页，图版54，图1—4。

层位与分布 玉泉组；东海龙井构造带中新世海龙井组及玉泉组。

线形三沟粉（新种） *Tricolpopollenites linearis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 36，图 7—9)

正型标本 图版36，图8，孢46-(3)-16。

侧面观宽椭圆形—椭圆形，极轴为 27.96—31.45μm，赤道轴 15.14—23.3μm。具三沟，沟细若线状，长达极。沟具很宽的缘，缘宽约3μm，并向两极减细，外壁厚约2μm。外层厚于内层。表面纹饰颗粒状。

比较与讨论 本新种以沟呈细线状，沟缘很宽为特征区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

扁三沟粉属 *Tricolpites* (Cookson ex Couper) Belsky, Boltenhagen & Potonie, 1965

网纹扁三沟粉 *Tricolpites reticulatus* Cookson ex Couper

(图版 34，图 51)

1953 *Tricolpites reticulatus* Couper，134页，图版15，图45。

1985 *Tricolpites reticulatus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，157页，图版54，图19。

层位与分布 灵峰组上段；东海龙井构造带上新世三潭组，澳大利亚早第三纪，印度洋东经 90°海岭早第三纪。

平湖扁三沟粉（新种） *Tricolpites pinghuensis* Sun M.-R (sp. nov.)

(图版 35，图 4—5，8—10)

正型标本 图版35，图4，D18-(2)-16。

极面观三裂圆形，直径23.3—30μm。具三沟，沟宽、深裂。外壁厚约1μm左右，基柱明显。表面纹饰网状，网眼大小均匀。轮廓线细波浪状。

比较与讨论 本新种以网眼大小均匀，沟宽面深裂为特征，与*T. trilobatus* Song & Zhu(1985) 比较，后者也具宽而深裂的沟，但外壁基柱构造不明显，纹饰为皱网纹且很粗糙面区别于本新种。

层位 平湖组。

细网扁三沟粉 *Tricolpites microreticulatus* Song & Zhu

(图版 35，图 12，13)

1985 *Tricolpites microreticulatus*, 青海石油管理局勘探开发研究院等，208页，图版LVI，图42。

层位与分布 玉泉组；青海柴达木盆地中新世上干柴沟组至下油砂山组。

大扁三沟粉（比较种） *Tricolpites* cf. *magnus* Song

（图版 35，图 21）

讨论 当前标本与*Tricolpites magnus* Song 1985的特征很相似，唯个体较小(48.93 μm)，故定为比较种。

层位 玉泉组。

厚壁扁三沟粉 *Tricolpites pachyexinus* Couper

（图版 35，图 15，16）

1953 *Tricolpites pachyexinus* Couper，62页，图版8，图120，121。

1985 *Tricolpites pachxeyinus*，地质矿产部海洋地质综合研究大队等，157页，图版54，图20。

层位与分布 平湖组；东海龙井构造带渐新世花港组；新西兰第三纪。

三孔沟粉属 *Tricolporopollenites* Thomson & Pflug, 1953

锦鸡儿三孔沟粉（比较种） *Tricolporopollenites* cf. *caraganoides* Zhou

（图版 27，图 10，11）

讨论 当前标本比*T. caraganoides* Zhou略大些，为30.29—33.78 × 19.86—23.3μm，后者的大小为25—36 × 18—23μm，其他特征均相同，故定为比较种。

层位 海龙井组。

极突三孔沟粉（新种） *Tricolporopollenites polagibbus* Sun X-. Y.

（sp. nov.）

（图版 34，图 1—5）

正型标本 图版34，图1，玉1-49(2)。

花粉粒近扁球形，极轴小于赤道轴，赤道面难以保。极面观近圆形一圆三角形。大小为35.1—22.7 × 29—20.3μm。具三孔沟，沟细长，达极部加厚处。沟边直未加厚。内孔细狭。外壁在极区加厚，常呈Y形或不规则带状，Y形加厚每边长为半径的1/2—1/3，呈深褐色。外壁薄，厚1.5—2μm，两层，等厚或层次不清，具模糊颗粒状纹饰。

比较与讨论 本新种以极区呈Y形或带状加厚而区别于其他种。

层位 花港组。

萨茨维三孔沟粉 *Tricolporopollenites satzveyensis* Thomson & Pflug

（图版 36，图 18）

1953 *Tricolporopollenites satzveyensis* Thomson & Pflug，103页，图版13，图10—13。

1980 *Tricolporopollenites satzveyensis*，孙湘君等，119页，图版XXVIII，图13—17。

层位与分布 灵峰组下段；江西池江盆地古新世池江组三、四段。德国第三纪。

杜茎山型三孔沟粉（新种） *Tricolporopollenites maesaformis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 36，图 32—34)

正型标本 图版36，图33，孢46-(2)-2a。

侧面观近圆形或圆菱形，极轴 18.64—14μm，赤道轴 17.47—12.81μm。具三孔沟，沟长达极，孔小，横长。外壁厚约1μm左右，内、外层厚度相等。表面光滑或粗糙。

比较与讨论 本新种与现代的紫金牛科Myrsinaceae的杜茎山属*Maesa*的花粉相似(中国热带亚热带被子植物花粉形态，233页，图版108，图35—38)。

层位 灵峰组。

小厚壁三孔沟粉（新种） *Tricolporopollenites micropachydermus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 37，图 3，4)

正型标本 图版37，图4，孢46-(2)-18b。

侧面观扁圆形，极轴 15.14—16.31μm，赤道轴为 18.64μm。具三孔沟，孔缝状，横长。沟长达极，沟中部向外拱起。外壁坚固，厚度 2—2.3μm；按与花粉 粒大小的比例，外壁则显得很厚；内、外层厚度相等；表面光滑或具弱颗粒纹饰。

比较与讨论 本新种以个体小而外壁显厚而区别于其他种。

层位 灵峰组下段。

假卫矛三孔沟粉（新种） *Tricolporopollenites microtopiformis* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 37，图 6—8)

正型标本 图版37，图8，孢46-(2)-23a。

侧面观近圆形，极轴 15.14—16.31μm，赤道轴 12.81—15.31μm。具三 孔沟，孔横长。外壁薄、小于1μm，表面具网状纹饰。轮廓线微波状。

比较 本新种花粉颇似现生的卫矛科*Celastraceae*的假卫矛属*Microtopis*花粉（中国热带亚热带被子植物花粉形态，91页，图版52，图7—15)。

层位 灵峰组下段。

海龙井三孔沟（新种） *Tricolporopopollenites hailongjingensis* Sun M.-R. (sp. nov)

(图版 37，图 9—12)

正型标本 图版37，图12，平,D18-(1)-8。

侧面观长椭圆形，两端锐圆，极轴 23.3—26.79μm，赤道轴 16.31—18.64μm，具三孔沟，孔小、不明显，呈横长的窄缝状或扁圆形。外壁厚约 2—2.3μm，外层厚于内层，

两极外壁微加厚，表面纹饰粗颗状或小瘤状，轮廓线细波浪状。

比较与讨论 本新种的主要特征是孔窄小而不明显，纹饰颗粒状或小瘤状，并以此区别于其他种。

层位 海龙井组。

纵孔三孔沟粉（新种） *Tricolporopollenites longiporus* Sun M.-R. (sp. nov.)

（图版 37，图 13—15，29）

正型标本 图版37，图13，平$_1$D18-(2)-23。

侧面观椭圆形，两端浑圆，极轴长23.3—31.45μm，赤道轴16.31—19.8μm。具三孔沟，沟长达两极，孔呈纵向伸长的椭圆形。外壁厚约1μm，表面具小瘤状纹饰。

比较与讨论 本新种以纵向伸长的椭圆形孔区别于其他种。

层位 海龙井组。

网面三沟粉属 *Retitricolpites* Van der Hammen ex Pierce, 1961

马托拉网面三沟粉 *Retitricolpites mataouraensis* (Couper) Song & Zheng

（图版 36，图 10）

1953 *Tricolpites mataouraensis* Couper, 62页，图版8，图118，119。

1981 *Retitrionlpites mataouraensis* (Couper)Song & Zheng, 宋之琛等，165—166页，图版37，图23，28。

层位与分布 平湖组；渤海沿岸早第三纪孔店组—东营组；江苏渐新世三垛组二段；新西兰早第三纪。

乔治网面三沟粉 *Retitricolpites geogensis* Brenner

（图版 36，图 13）

1985 *Retitricolpites geogensis*, 地质矿产部海洋地质综合研究大队等，156页，图版53，图9，10。

层位与分布 花港组；东海龙井构造带渐新世花港组—中新世玉泉组。

网面三孔沟粉属 *Retitricolporites* (Van der Hammen) Van der Hammen & wijmstra, 1964

大孔网面三孔沟粉（新种） *Retitricolporites megaporus* Sun M.R-(sp.nov.)

（图版 37，图 20，21）

正型标本 图版37，图21，FL39-(2)-14b。

侧面观长椭圆形，两极浑圆，大小为20.97—23.3×14μm。具三孔沟。孔大，扁圆形。外壁厚约1μm。表面纹饰网状，赤道附近网眼较粗，直径约1μm，向两极网眼渐细。轮廓线微波浪状。

比较与讨论 当前新种以具大而扁圆形的孔区别于其他种。

层位 灵峰组。

四孔沟粉属 *Tetracolporopollenites* (Pflug, 1952) Thomson & Pflug, 1953

波脱尼认为此属为*Sapotaceoidaepollenites*的同物异名。在鉴定过程中，我们感到一些侧面位置的椭圆形或近圆形四孔沟花粉与*Sapotaceoidaepollenites* Potonie的属征完全不同，不能归到该属，也不能归到代表扁圆形花粉的*Tetracolporites* Couper 1953。在未能将其归到合适的属之前，暂时采用*Tetracolporopollenites* (Pflug, 1952) Thomson & Pflug, 1953。

短沟四孔沟粉（新种） *Tetracolporopollenites brevicolpus* Sun M.-R. (sp. nov.)

(图版 37，图 45—50)

正型标本 图版37，图47，平173-(1)-10。

侧面观近圆形或宽椭圆形，两极平宽，偶或锐圆。极轴 18.64—24.46μm，赤道轴为16.31—20.97μm。具四孔沟，孔十分窄小，沟短，约14μm 长，为极轴的 2/3，沟两端钝圆。外壁厚约1—1.5μm。表面光滑或具内颗粒纹饰，轮廓线平滑。

比较与讨论 本新种的主要特征是孔十分窄小，沟短，并以此与其他种区别。

层位 花港组。

稀沟粉属 *Stephanocolpites* (Van der Hammen, 1956) Potonie, 1960

粒纹稀沟粉（比较种） *Stephanocolpites* cf. *granulatus* Zhou

(图版 37，图 41)

讨论 当前标本的直径为23.3μm，比*S. granulatus* Zhou 1981略小，其他特征均与之相似，故定为比较种。

层位 花港组。

三瓣粉属 *Trilobapollis* Sun, Kung et Li, 1980

椭圆三瓣粉 *Trilobapollis ellipticus* Sun, Kung et Li

(图版 37，图 28)

1980 *Trilobapollis ellipticus*，孙湘君等，196页，图版I，图1—4。

层位与分布 花港组；南海北部陆架渐新世涠洲组，中中新世韩江组下段。

二、沟 鞭 藻

近年来通过对东海陆架几口井沟鞭藻的研究，发现台北坳陷第三系含有丰富的沟鞭藻，尤以始新统含量最多；而浙东坳陷仅在某些层段发现了不甚多的沟鞭藻。

本文详细阐述了灵峰组、瓯江组、平湖组及玉泉组沟鞭藻组合特征、时代归属并对沉积环境进行了初步探讨。文中对43个属，近100个种进行了描述，包括17个新种，3个新亚种。

（一）台北坳陷第三纪沟鞭藻

Ⅰ．组合特征

根据台北坳陷第三纪沟鞭藻属种在剖面上的分布由老至新分成下列7个组合带（表3）：

1．*Ascodinium orbiculatum-Trithyrodinium evittii*组合带

样品采自灵峰组，有6块样品含有沟鞭藻，主要集中于上部。本组合上部以腔孢囊占优势，刺孢囊少量，下部以刺孢囊出现普遍，腔孢囊稀少为特征；腔孢囊有：*Ascodinium orbiculatum* (sp. nov.), *A. scabrosum*, *A. lingfengense* (sp. nov.), *Isabelidinium* cf. *pellucidum*, *Trithyrodinium* cf. *evittii*, *Senoniasphaera* cf. *inornata*, *Kisselovia* cf. *insolens*, *Wetzeliella* cf. *astra*, *Deflandrea* sp. 及*Ceratiopsis* sp. 等；其中以Ovoidiniaceae科的*Ascodinium orbiculatum*,*A. lingfengense*及*A. scabrosum*构成组合中特征明显，数量较丰富的类群；德弗兰藻科的*Trithrodinium* cf. *evittii*及*Deflandrea* spp. 居次；韦策藻科的*Wetzeliella* 及 *Kisselovia* 稀少。刺孢囊出现的分子有：*Fibrocysta paleocenica* (sp. nov.), *Protoellipsodinium spinosum*, *Cordosphaeridium* cf. *inodes*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Homotryblium* sp., *Spiniferites katatonos*, *S. ramosus*, *Impletosphaeridium* sp., 贴近孢囊仅见有：*Apteodinium* cf *grande*，另有疑源类；*Baltisphaeridium* sp., *Micrhystridium bigoti*及*Comasphaeridium* sp. 等。

2．*Homotryblium pallidum-Fibrocysta mutabilis*组合带

样品采自瓯江组下部。

本组合以刺孢囊占优势，贴近孢囊较少，腔孢囊零星出现为特征（见表4）。刺孢囊中以Florentiniaceae科的*Homotryblium*居首位，含量约为25%，出现的种有：*H. oceanicum*, *H. tenuispinosum*, *H. oujiangense* (sp. nov.) 与管球藻科具复杂横络突起的 *Adnatosphaeridium multispinosum*, *A. vittatum*, *A. williamsii* 及心球藻科的 *Fibrocysta mutabilis* (sp. nov), *E. radiata*, *F. donghaiense* (sp. nov.) 等，成为组合中特征最明显的类群，而与1组合带明显区别。

组合中常见种有：*Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C. exilimurum*, *C. inodes*, *C.? cracenospinosum*, *Hystrichosphaeridium* cf. *stellatum*, *H. patulum*, *H. tubiferum*, *H.* cf. *latirictum*, *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii*, *G. divaricata*, *G. exuberans*, *Spiniferites*及*Phthanoperidinium*多种，*Hystrichokolpoma salacium*, *H.* cf. *rigaudiae*, *Diphyes colligerum*, *Turbiosphaera galatea*, *Danea* sp., *Coronifera* cf. *oceanica*, *Wetzeliella articulata*；贴近孢囊有：*Gribroperidinium* sp., *C. giuseppei*, *Apteodinium grande*, *Impagidinium* cf. *maculatum* 等；有少量 *Cyclopsiella minor* (sp. nov.) 及*Comasphaeridium* spp. 等疑源类。

限子本组合带的属种有：*Homotryblium oceanicum*, *H. plectilum*, *H. oujiangense*, *Adnatosphaeridium williamsii Cordosphaeridium? cracenospinosum*, *Hystrichosphae-*

表 3 台北坳陷第三纪沟鞭藻主要属种分布

Tab.3 Distribution of selected Dinoflagellate species in Tertiary sediments, Taibei depression

地层 / 时代 / 属种名称	玉泉组 N	瑞江组 E_2	灵峰组 E_1
Hystrichokolpoma cf. *okinawaium*	———		
Batiacasphaera cf. *sphaerica*	———		
Turbiosphaera spp.	———		
Ascostomocystis granulata	———		
Spiniferites strictus	———		
S. ovatus	———		
Operculodinium echigoense	———		
O. wallii	———		
O. longispinigerum	———		
O. centrocarpum	———	———	
Batiacasphaera cf. *micropapillata*		———	
Turbiosphaera symmetrica		———	
Rhombodinium draco		———	
Gochtodinium triangulatum		———	
Wetzeliella articulata		———	
W. lunaris		———	
W. meckelfeldensis		———	
Kisselovia tenuivirgula		———	
K. reticulata		———	
K. coleothrypta		———	
Cyclopsiella vieta		———	
C. granulata		———	
Pentadinium cf. *polypodum*		———	
Distatodinium ellipticum		———	
Thalassiphora delicata		———	
Fibrocysta radiata		———	
Diphyes colligerum		———	
Coronifera cf. *oceanica*		———	
Homotryblium oceanicum		———	
H. pallidum		———	
H. tenuispinosum		———	
Cordosphaeridium fibrospinosum		———	
C. gracilis		———	
C. inodes		———	
C. exilimurum		———	
Achilleodinium cf. *biformoides*		———	
Adnatosphaeridium multispinosum		———	
A. williamsii		———	
A. vittatum		———	
Lanternosphaeridium lanosum		———	
Hystrichokolpoma granulatum		———	
Eisenackia crassitabulata		———	
Deflandrea			———
Trithyrodinium cf. *evittii*			———

续表

属种名称 \ 地层时代	玉泉组 N	瓯江组 E_2	灵峰组 E_1
Ascodinium lingfengense			
Ascodinium orbiculatum			
Isabelidinium cf. *pellucidum*			
Senonia sphaera cf. *inornatum*			
Fibrocysta paleocenica			
Protoellipsodinium spinosum			
Kisselovia cf. *insolens*			
Wetzeliella cf. *astra*			
Spiniferites katatonos			
Micrhystdinium cf. *bigoti*			
Baltisphaeridium multifurcatum			

ridium salpingophorum, H. patulum, Turbiosphaera galatea, Coronifera cf. *oceanica, Fibrocysta donghaiense, F. mutabilis, dnoghaniene Glaphyrocysta* cf. *pastielsi* 及 *Cyclopsiella minor*等。

3. *Areoligera* cf. *senoensis-Thalassiphora delicata*组合带

样品采自瓯江组中下部。

本组合以*Areoligera* cf. *senonensis*占优势，含*Wetzeliella*多种，出现少量的*Thalassiphora delicata*，在2组合带含量较多的*Homotryblium*及*Fibrocysta*减少与2组合带明显分开。

组合中常见种有：*Areoligera sentosa, Schematophora speciosa, Adnatosphaeridium multispinosum, Homotryblium pallidum, H. tenuispinosum, Cordosphaeridium fibrospinosum, C. exilimurum, Fibrocysta radiata, Melitasphaeridium pseudorecurvatum, Hystrichoholpoma granulata, Operculodinium centrocarpum, Diphyes colligerum, Lingulodinum machaerophorum, Distatodinium ellipticum, D.* cf. *paradoxum, Phthanoperidiniium geminatnm, Eisenackia crassitabulata, Samlandia spongia*(sp. nov.), *Eocladopyxis peniculata, Thalassiphora delicata*；韦策藻科的属种出现频率高，见*Wetzeliella articulata, W. ovalis, W. mechelfeldensis*，有少量的 *Kisselovia tenuivirgula, Gochtodinium fornicalis* (sp. nov.)。限于本组合的属种有：*Eocladopyxis peniculata, Eisenackia crassitabulata, Fromea* cf. *amphora, Samlandia spongia, Distatodinium* cf. *paradoxum, Phthanoperidinium geminatum, Lejeunecysta* sp. 及 *Thalassiphora delicata*等。

4. *Kisselovia reticulata-Cyclopsiella vieta*组合带

样品采自瓯江组中部。本组合以韦策藻科的属种大量繁盛为特征而与上下组合分开，其中以*Wetzeliella*居首，*Kisselovia*次之，*Gochtodinium*及*Rhombodinium*少量，出现的种有：*Wetzeliella articulata, W. lunaris, W. meckelfeldensis, W. ovalis, W. degenerata* (sp. nov.), *W. abortiva* (sp. nov.), *W. flexibilis* (sp. nov.), *Kisselovia tenuivirgula, K. reticulata, K. coleothrypta, Gochtodinium fornicalis* (sp. nov.), *G. triangulatum*

表 4　台北坳陷始新统沟鞭藻的分布

Tab.4　Distribution of Eocene Dinoflagellate species in Taibei depression

时代 / 组合带 / 属种名称	E_2^3	E_2^2		E_2^1	
	6 组合带	5 组合带	4 组合带	3 组合带	2 组合带
Batiacasphaera explanata					
Selenopemphix nephroides					
Samlandia cf. *reticulifera*					
Thalassiphora eocenica					
Turbiosphaera cf. *symmetrica*					
Systematophora cf. *placacantha*					
Gerdiocysta cassicula					
Homotryblium abbreviatum					
Operculodinium centrocarpum					
Lingulodinium machaerophorum					
Hystrichokolpoma granulata					
Phthanoepridinium cf. *comatum*					
Areoligera cf. *senonensis*					
Batiacasphaera micropapillata					
Areoligera undulata					
A. sentosa					
Schematophora speciosa					
Kallosphaeridium biornatum					
Rhomboodinium draco					
Thalassiphora pelagica					
Renidinium sp.					
Diphyes colligerum					
Adnatosphaeridium multispinosum					
Homotryblium pallidum					
Cordosphaeridium exilimurum					
C. fibrospinosum					
C. gracilis					
C. inodes					
Glaphyrocysta pastiela					
G. exuberans					
Fibrocysta radiata					
Wetzeliella meckelfeldensis					
W. articulata					
W. flexibilis					
Kisselovia reticulata					
K. tenuivirgula					
Gochtodinium fornicalis					
Pentadinium cf. *polypodum*					
Impletosphaeridium kroemmelbeinii					
Amphorosphaeridium? multispinosum					
Wetzeliella lunaris					
W. robosta					
W. abortiva					

续表

时代 / 组合带 / 属种名称	E_2^3	E_3^2		E_3^1	
	6组合带	5组合带	4组合带	3组合带	2组合带
W. degenerata					
Kisselovia coleothypta					
Achilleodinium cf. *biformoides*					
Clesstosphaeridium bulbum					
Cyclopsiella vieta					
Glaphyrocysta divaricata					
Diphyes cf. *ficusoides*					
Eocladopyxis peniculata					
Eisenackia crassitabulata					
Distatodinium cf. *paradoxum*					
D. ellipticum					
Fromea cf. *amphora*					
Samlandia spongia					
halassiphora delicata					
Melitasphaeridium cf. *pseudorecurvatum*					
Hystrichosphaeridium salpingophorum					
H. patulum					
Areosphaeridium cf. *multicornatum*					
Turbiosphaera galatea					
Cordosphaeridium? *cracenospinosum*					
Coronifera cf. *oceanica*					
Homotryblium oceanicum					
H. oujingense					
Fibrocysta mutabilis					
F. donghaiense					
Adnatosphaeridium williamsii					
Cribroperidinium cf. *granomembranaceum*					
Cyclopsiella minor					

(sp. nov)。

刺孢囊在多数样品中处于次要地位，其中*Homotryblium pallidum*,*H. abbreviatum*, *Cordosphaeridium exilimurum*, *C. fibrospinosum*, *C. inodes*, *Eibrocystaradiata*, *Adnatosphaeridium multispinosum*, *A. vittatum*, *Diphyes colligerum*, *Hystrichokolpoma salacia*, *H. granulatum*, *Schematophora speciosa*, *Polysphaeridium subtile*, *Hystrichosphaeridium latirictum*, *Phthanoperidinium multispinum*, *P. echinatum*, *Spiniferites ramosus*, *S. monilis*, *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum*, *Areoligera* cf. *senonensis*, *A. sentosa*是从下部组合延续来的。限于本组合带的沟鞭藻及疑源类有：*Pentadinium* cf. *polypodum*, *Impletosphaeridium kroemmelbeini*, *I. luxurium*, *Amphorosphaeridium multispinosum*, *Achilleodinium* cf. *biformoides*, *Clelstosphaeridium bulbum*, *Chiropteridium mespilanum*, *Pterospermopsis australiensis*及 *Cyclopsiella vieta*；组合中还含有少量不能鉴定到种的贴近孢囊 *Ellipsodinium* sp. 及 *Cribroperidinium*

spp. 等。

5. *Rhombodinium draco-Schematophora speciosa*组合带

样品采自瓯江组中上部，有3块样品含不多的沟鞭藻，其中韦策藻科的 *Wetzeliella*, *Kisselovia*及*Gochtodinium*属种完全消失，本组仅出现*Rhombodinium draco* 一种，与韦策藻科繁盛的4组合带形成鲜明的对比；本组合出现频率高的种有：*Schematophora speciosa*, *Renidinium* spp., 另有少量*Areoligera* cf. *undulata*, *A.* cf. *senonensis*, *A. medusettiformis*, *Adnatosphaeridium vittatum*; *Cordosphaeridium biarmatum*, *Thalassiphora pelagica*及*Spiniferites*多种。

6. *Thalassiphora eocenica-Batiacasphaera micropapillata*组合带

样品采自瓯江组上部。本组合以Ceratocaryaceae科的*Thalassiphora eocenica* (sp. nov.) 占优势，*Pentadinium* spp. 少量，韦策藻科属种完全消失，刺孢囊参与为特征：见*Turbiosphaera symmetrica*, *Areoligera* cf. *senonensis*, *A.* cf. *undulata*, *Batiacasphaera micropapillata*, *B. explanata*, *Homotryblium abbreviatum*, *Lanternosphaeridium lanosum*. *Systematophora* cf. *palacacantha*, *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Phthanoperidinium comatum*, *P. multispinum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Samlandia* cf. *reticulifera*, *Operculodinium centrocarpum*, *Gerdiocysta cassicula*, *Chiropteridium* sp., *Selenopemphix nephroides*及*Hystrichosphaeridium* spp. 等。

7. *Operculodinium echigoense-Spiniferites ovatus*组合带，

样品采自玉泉组。本组合以口盖藻（*Operculodinium*）繁盛为特征，*Spiniferites* 及*Kallosphaeridium*参与，始新统常见属种消失，以此与下伏所有组合带完全区别开；出现的种有：*Operculodinium centrocarpum*, *C. longispinigerum*, *O. echigoense*, *O. wallii*, *Turbiosphaera* ssp., *Hystrichokolpoma* cf. *okinawaium*, *Spiniferites asperulus*, *S.* cf. *strictus*, *S. ovatus*, *S. ramosus*, *Batiacasphaera* cf. *sphaerica*, *Polysphaeridium subtile*, *Apteodinium minimum* (sp. nov.), 及疑源类*Ascotomocystis granulata*。

在玉泉1井玉泉组下段发现：*Operculodinium wallii*, *O. centrocarpum*, *Polysphaeridium zoharyi*, *Batiacasphaera* sp. 等，这一面貌与灵峰1井玉泉组沟鞭藻组合大致相当。

Ⅱ. 地层时代探讨

1. 灵峰组时代归属：

灵峰组（1组合带）出现的沟鞭藻多数属种是国外古新统较常见的种，如 *Senoniasphaera inornata*见于美国加利福尼亚州古新统；*Isabelidinium pellucidum*, *Trithyrdinium evittii*是美国加利福尼亚州Dos Palos Shale上部（古新统）沟鞭藻组合中较有代表的分子；欧洲西北部划分始新统及古新统的关键分子*Wetzeliella astra*在本组也见及；*Kisselovia insolens*产自英国下始新统敦伦粘土层；始见于德国北部上始新统，其后在美国加利福尼亚州、丹麦的下古新统，法国北部、西班牙北部、加拿大东部及澳大利亚等地古新统广泛分布的*Cordosphaeridium inodes*在本组亦有出现；*Spiniferites katatonos* 见于意大利上白垩统至古新统；*Spiniferites ramosus* 是地质历程较长的分子，从白垩纪至新生代都有分布。

组合中还有些属种如*Apteodinium grande*, *Ascodinium scabrosum*, *Chiropteridium stagonoides*是从白垩纪延续来的。

从上述已知属种的分布来看，以分布在古新统的属种居多，并混有下始新统及白垩系的分子，因此，1组合带（灵峰组）应属古新世沉积。

本组合与美国加利福尼亚州古新世（Drugg 1967）的沟鞭藻组合有共同之处，该组合下部以*Trithyrodinium evittii, Peridinium basilium*为主，含*Palaeostomocystis laevigata, Palmnickia californica*；上部有*Cordosphaeridium inodes, Glyphanodinium* sp.及*Deflandrea speciosa*等；灵峰组有较多的*Trithyrodinium* cf. *evittii*，个别*Cordosphaeridiuminodes*及*Deflandrea*等与加利福尼亚州古新世沟鞭藻组合大体可比。

新疆塔里木盆地古新统齐姆根组（茅绍智、诺利斯，1984）沟鞭藻组合含有丰富的刺孢囊及相当量德弗蓝藻科的分子与本区灵峰组沟鞭藻的面貌差异较大，两者难对比，这是由于灵峰组上段沉积时为滨海沼泽相环境（有煤系为佐证），组合中发育了大量的腔孢囊：*Ovoidinium, Ascodinium*及*Trithyrodinium*等，刺孢囊少量；而齐姆根组沉积时为开阔的浅海环境，使得刺孢囊类群的属种大量繁盛，这种由沉积环境的不同所致的差异，非时代的差异。

据本组已知属种的地史分布及沟鞭藻组合的对比，笔者认为将灵峰组置于古新统是可信的，这一时代结论与钙质超微化石及有孔虫研究的结果是吻合的。

2．瓯江组时代归属

（1）瓯江组下部（2、3组合带） 以刺孢囊类占优势，它们中多数属种在欧洲、北美、澳大利亚等地始新统分布颇广，一些种还是下始新统较特征的分子，如组合中优势种*Homotryblium pallidum, H. tenuispinosum*始记载于英国下始新统的伦敦粘土层，西班牙及加拿大东部沿岸下始新统也有发现；*H. oceanicum*见于英国中始新统的Bracklesham Beds；组合中常见种*Cordosphaeridium exilimurum, C. inodes*是世界各地下第三系分布颇广的种，后一种从古新统至中新统都有分布，以下始新统分布最广，比利时（De Coninck 1965, 1967, 1968；Morgenroth, 1966），法国北部（Châteaunef J. J. & Gruas-Cavagnetto, C. 1968），德国北部，西班牙北部，英国南部，澳大利亚等地下始新统相继见有；*C. fibrospinosum*是北美，欧洲等地下中始新统分布广泛的种；*Fibrocysta radiata*见于比利时及德国北部下始新统，*F. axialis*在德国北部最早记录是上始新统，其后，德国北部、比利时下始新统亦有发现，英国下始新统至上始新统都见有这两个种；组合中具有复杂突起的*Adnatosphaeridium multispinosum, A. williamsii*是欧洲西北部早第三纪较有代表的分子，迄今在早第三纪以前的地层尚未见有报道；*A. reticulense*发现于德国北部、比利时、英国、法国北部古新统至中渐新统，以中下始新统分布最广，在加拿大东部沿岸首次出现于下始新统，我国南海渐新统也有出现；*Hystrichokolpoma rigaudiae*广泛分布在澳大利亚Victoria地区古新统至上始新统，比利时下始新统，法国及德国北部下始新统至中始新统及英国南部下始新统至上新统；*H. salacia*仅见于英国始新统；组合中出现的*Hystrichosphaeridium*类群，除*H. salpingophorum*从上白垩统开始出现，在欧洲，北美及澳大利亚等下第三系有广泛的分布外，*H. latirictum, H. patulum*及*H. tubiferum*等种是欧洲第三系，尤其下第三系常见种；*Melitasphaeridium pseudorecurvatum*见于英国下始新统；*Turbiosphaera galatea*仅记载于英国南部中上始新统；*Thalassiphora delicata*是欧洲始新统较有代表的分子，曾先后在比利时下始新统、法国北部中始新统、英国下始新统至上始新统相继见有，该种在3组合带出现较频繁。

在2组合带个别出现，3组合带常见的*Wetzeliella articulata*是早第三纪较有代表的分子；该种在德国北部古新统、新西兰古新统至下始新统，比利时，法国北部、德国北部、西班牙北部、英国南部下始新统分布最广，德国、法国及苏联可延伸至渐新统。3组合带较多的*Areoligera* cf. *senonensis*是欧洲西北部始新统较有代表的种；见于比利时、德国北部、英国下始新统的*Lanternosphaeridium lanosum*在本组合有少量出现。

从上可看出本组合大多数种是从下始新统开始出现，始新统有广泛分布，一些种仅局限于下始新统，其中有少数种从上白垩统或古新统开始出现，并延伸至始新统，因此，瓯江组下部应属早始新世的沉积。

从60年代至今，不少学者对英国南部早第三纪沟鞭藻进行了详细的生物地层研究，是当今世界上这一领域研究程度最高的地区。Bujak 等（1980）将英国南部早始新世伦敦粘土层中的沟鞭藻划分成3个组合带，其特征是以刺孢囊占优势，有相当数量的腔孢囊，瓯江组下部（2，3组合带）与之共有种有：*Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C.? cracenospinosum*, *Homotryblium pallidum*, *H. tenuispinosum*, *Hystrichosphaeridium salpingophorum*, *H. tubiferum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Fibrocysta axialis*, *Glaphyrocysta divaricata*, *Melltasphaeridium pseudorecurvatum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Eocladopyxis peniculata*, *Diphyes colligerum*,*Areoligera* cf. *senonensis*, *Adnatosphaeridium multispinosum*, *A. vittatum*, *wetzeliella articulata*, *W. meckelfeldensis*, *Kisselovia tenuivirgula*等10多个种。所以瓯江组下部时代应属早始新世的沉积。

瓯江组下部沟鞭藻组合与法国北部Normandy地区（Gruas-Cavagnetto, 1970）及加拿大东部沿岸（G. Williams, 1975）早始新世沟鞭藻组合可对比；都以刺孢囊都占重要地位，*Areoligera* cf. *senonensis*在组合中均较丰富，与法国早始新世的共有种有*Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Adnatosphaeridium* sp.，与加拿大早始新世的共有种有*Homotryblium paflidum*, *Lanternosphaeridium lanosum*, *Fibrocysta axialis*, *Eocladopyxis peniculata*, *Adnatosphaeridium* sp. 及*Hystrichosphaeridium salpingophorum*等。

据上述已知属种的地史分布及与已知沟鞭藻组合的对比，将瓯江组下部置子早始新世是可信的。

（2）瓯江组中部（4组合带） 本组合带最重要的特征是韦策藻科（Wetzeliellaceae）属种的大量繁盛；据报道该科属种在欧洲西部和东部，中亚，北美，澳大利亚及新西兰等地下第三系有着广泛的地理分布；地史上初现于上古新统，繁盛在下中始新统，渐新统数量明显减少，至中新统灭绝；本研究区韦策藻科的属种在古新统灵峰组仅有个别属种出现，瓯江组下部（下始新统）该科属种开始增多，至瓯江组中部（中始新统）是该科属种繁盛时期，此后便衰退。由此不难看出，韦策藻科在本研究区的初现，繁盛，衰退与欧洲西北部大体相似，组合中已知属种多是国外中下始新统较有代表的分子，如*Kisselovia coleothrypia*在英国始新统，法国北部中始新统及西班牙下始新统分布颇广，北美的记录是中晚始新统，我国新疆上始新统的乌拉根组也有出现；*K. reticulata*发现于英国下始新统；*K. tenuivirgula*在英国的最早记录是下始新统，法国及西班牙同时代的沉积中亦有分布，北美最晚记录是中始新统；*Wetzeliella lunaris*见于比利时、德国北部下始新统，英国中、下始新统，北美中晚始新统；*W. meckelfedensis*发现于德国北部下至上始新统及英国南部的下始新统；*W. ovalis*在英国的记录是下始新统，德国及北美见于渐新统。

组合中出现的刺孢囊类群多数是从瓯江组下部延续来的，从本组合开始出现的*Impletosphaeridium luxurium, I. kroemmelbeinii, Chiropteridium mespilanum, Areoligera undulata, A. sentosa, Pentadinium polypodum, Amphorosphaeridium? multispinosum*等种，是欧洲或澳大利亚始新世中晚期较常见的种。在瓯江组中部最下段见有保存完好的褶皱单眼藻（*Cyclopsiella vieta*）；该种始见于美国加利福尼亚州渐新统；据报道在我国东海台北凹陷上始新统也有出现；组合中还见产自我国南海渐新统的*Cyclopsiella granulata*，这两种时代较新的疑源类在组合中含量极少，多数属种常见于中始新统。笔者认为瓯江组中部（4组合带）应为中始新统。

本组合带与英国南部中始新统Bracklesham Beds (Bujak et al., 1980) 组合带大体相似，两者共有种有：*Impletosphaeridium implicatum, I. kroemmelbeinii, Chiropteridium dispersum* (=*C. mespilanum*), *Homotryblium abbreviatum, Fibrocysta radiata, Hystrichokolpoma granulata, H. salacia, Areoligera* cf. *senonensis, A. sentosa, Hystrichosphaeridium tubiferum, Kisselovia reticulata, K. coleothrypta, K. tenuivirgula, Wetzeliella lunaris, W. meckelfeldensis, Polysphaeridium subtile, Cordosphaeridium fibrospinosum*及*Phthanoperidinium echinatum*等10多个种。因此，两者地质时代应大体相当。

印度Kachchh西南（Jain & Tandon 1981）中始新统含有丰富的沟鞭藻，其特征是以刺孢囊类占优势，*Glaphyrocysta, Homotryblium, Spiniferites*及*Hystrichosphaeridium*在不同的组合带中占优势，韦策藻科有一定数量，与瓯江组中部4组合带共有种有：*Diphyes colligerum Homotryblium pallidum, Hystrichokolpoma rigudiae, Cordosphaeridium fibrospinosum, Lingulodinium machaerophorum, Operculodinium centrocarpum, Spiniferites cingulatus* (=*Pterodinum cingulatum*), *Polysphaeridium subtile, Adnatosphaeridium vittatum, Hystrichosphaeridium tubiferum, Cyclopsiella coniata* (=*C. granulata*) 及*Turbiosphaera* sp. 等10余种。因此，两组时代应大致接近。

瓯江组中部沟鞭藻组合与加拿大东部沿岸（G. williams 1975）中始新世的*Adnatosphaeridium reticulense*组合带可比，两组合都见*Chiropteridium aspinatum* (=*C. mespilanum*), *Kisselovia reticulata, K. tenuivirgula, Polysphaeridium subtile*及*Thalassiphora* sp.等。

通过组合面貌的对比，并结合已知种的地史分布，将瓯江组中部4组合带的地质时代归入中始新世，很可能为中始新世早期，与超微及有孔虫研究者的结论是一致的。

（3）瓯江组中上部（5组合带） 本带出现的*Rhombodinium draco*在英国、比利时、德国及巴黎盆地等地区最早见于中始新统；澳大利亚东南中上始新统关键种*Shematophora speciosa*在本带出现频繁；组合中其它种如：*Areoligera undulata, A.* cf. *senonensis, A. medusettiformis, Adnatosphaeridium vittatum*及*Thalassiphora pelagica*等，是欧洲西北部始新统中期分布颇广的种。因此，本带应为中始新世中晚期沉积。

（4）瓯江部上部（6组合带） 本带出现的属种多是国外始新世晚期常见分子，如*Areoligera undulata*分布在英国南部中上始新统，以上始新统出现普遍；出现在英国上始新统Barton Beds的*Turbiosphaera symmetrica, Selenopemphix nephroides, Batiacasphaera explanata*等种也见于本组合带；英国及澳大利亚上始新统分布颇广的*Systemato-*

phora placacantha, *Samlandia reticulifera*及产于英国中上始新统的*Homotryblium abbreviatum*, *Phthanoperidinium multispinum*等种都在瓯江组上部组合中见到；因此，本组合带应属晚始新世的沉积；但组合中还含有仅见于中、下始新统的 *Lanternosphaeridium lanosum*, *Gerdiocysta cassicula*等，瓯江组上部可能为晚始世早期的沉积。

3．玉泉组（7组合带）时代归属

本组合含量较多的*Operculodinium centrocarpum*始见于澳大利亚 Victoria 地区的中中新统，其后从北美的古新统至中新统，欧洲西北部的下始新统至上新统及现代沉积中都相继见有，是地质历程较长的分子；分布在日本中部中中新统的*Operculodinium echigoense*, *O. longispinigerum*, *O. wallii*, *Hystrichokolpoma okinawainum*, *Spiniferites ovatus*及*S. strictus*在本组合也见到；而*Batiacasphaera sphaerica*见于大西洋深钻中新世早期地层。因此，7组合带应为中新世沉积。

玉泉组含丰富的口盖藻（*Operculodinium*）及刺甲藻（*Spiniferites*），与日本中部中新世早中期沟鞭藻组合大体可比，两者共有种有7个，只是玉泉组属种较日本中新世组合贫乏。综上所述，玉泉组应属中新世早中期的沉积。

（二）浙东坳陷第三纪沟鞭藻

我们对浙东坳陷上百块样品进行了沟鞭藻分析，结果仅从平湖组、花港组12块样品中获得了保存不佳、数量少、属种贫乏的沟鞭藻。由老至新叙述如下：

1．平湖组沟鞭藻组合特征及时代

在 8 块样品中发现了沟鞭藻；最多不超过18粒，有的样品仅有几粒。见*Phthanoperidinium* cf. *comatum*, *P.* cf. *multispinum*, *P.* spp., *Hystrichokolpoma granulata*, *Achilleodinium* cf. *biformoides*, *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C.* cf. *exilimurum*, *Impletosphaeridium* cf. *insolitum*, *Cleistosphaeridium* spp. *Samlandia* sp.，及*Spiniferites*等；这些属种多是欧洲西北部，北美及澳大利亚等地始新统的常见种。因此，平湖组当属始新世沉积。由于数量少，属种贫乏，不能对平湖组进一步细分。

上述属种都见于瓯江组，该组无论是沟鞭藻的属种类型，还是含量均是平湖组无法比的，这是两组不同的沉积环境，使得同期沉积组合面貌有所差异。

2．花港组沟鞭藻组合特征及时代

仅从花港组下部 4 块样品发现了少量沟鞭藻，出现频率高的是 *Phthanoperidinium* spp. 及*Spiniferites* spp.，有少量 *Impletosphaeridium* sp.，*Achomosphaera* sp.；疑源类：*Pterospermopsis* 等；前一属是下第三系较有代表的分子，该属最早发现于美国密西西比地区的下渐新统，其后在欧洲西北部始新统有着十分广泛的地理分布；其它属地史历程较长，由于保存不好未定到种，时代意义不大。从沟鞭藻组合很难对花港组时代作出定论。考虑该组位于平湖组之上，其它门类研究者认为该组为渐新世沉积，暂归入渐新统，待进一步研究后，再作定论。

（三）沉积环境探讨

近20年来，国外在利用沟鞭藻解决含油地层时代的划分对比时，也开展了沟鞭藻与沉积环境的研究。Wall（1965）在研究英国 Lias 疑源类组合时发现，近岸相环境发育着以

Acanthomorphitae（*Micrhystridium*及*Baltisphaeridium*）为主的疑源类组合，富含长突起的Polygonomorphitae（*Verychachium*）及Netromorphitae 的组合，则代表开阔海相的沉积环境；海侵早期阶段组合中多由Acanthomorphitae 类群中较单一的属种组成；开阔海沉积环境属种类型多样化，海退时属种类型明显减少，而细刺类 Acanthomorphitae又占据优势。

Downie等（1971）对英国东南部早第三纪4个沟鞭藻及疑源类组合进行了研究，认为这 4 个面貌不同的组合是受沉积相的控制，其中*Areoligera*及*Hystrichosphaera*（=*Spiniferites*）为主的组合代表开阔海相沉积环境，*Micrhystridium*占优势的组合，标志着海侵的开始，以*Wetzeliella*为主的组合代表海湾的环境。

Scull 等（1966）研究美国得克萨斯州渐新世的沟鞭藻时发现具小突起的类群（包括*Cleistosphaeridium*）局限在浅水沉积中，具复杂突起的类群分布在开阔浅海环境，并认为海水的成度及深度控制着Hystrichosphaerids 类群的分布；因此，它们是一类识别海进，海退有用的指相化石。

印度Kachchh西南中始新世的沟鞭藻是以*Homotrylium, Glaphyrocysta, Spiniferies*刺孢囊占优势的组合，Jain & Tandon（1981）认为代表了开阔的海相沉积，而上覆由单一的*Hystrichosphaeridium tubiferum*组成的组合标志着海水的咸度发生了变化。

从他们的研究可看出沟鞭藻组合特征是受沉积环境的控制。因此，可利用它们来恢复沉积时期的环境，海岸线位置，海进、海退的进程及海水温度等。

1．灵峰组的沉积环境

灵峰组沉积时其上段地层发育着以双腔、周腔孢囊为主的*Ascodinium, Ovoidinium*及*Trithyrodinium*，有少量不甚发育的刺孢囊参与，伴有疑源类*Micrhystridium*及*Comasphaeridium*；下段以刺孢囊为主，有：*Spiniferites, Hystrichosphaeridium, Hystrichokolpoma, Protoellipsodinium*及*Fibrocysta* 等。推测下段沉积时为开阔浅海相环境，而上段沉积时海水稍有后退，发育了具小刺的疑源类及双腔、周腔状孢囊为主的沟鞭藻组合，具复杂及大突起的刺孢囊难以生存，推测，灵峰组沉积时为滨海环境。

2．瓯江组及平湖组的沉积环境

始新世瓯江组沉积时，海水又大幅度侵入本区，使得瓯江组成为本区沟鞭藻最丰富的组合，尤其早始新世（瓯江组下部），发育了具各种复杂突起的刺孢囊，属种类型丰富多彩有：*Homotryblium, Cordosphaeridium, Adnatosphaeridium, Cyclonephelium, Spiniferites, Hystrichosphaeridium, Hystrichokolpoma, Turbiosphaera*及*Areoligera* 等。推测早始新世沉积时，水体开阔，平静，温暖，对上述刺孢囊的生长十分有利。

中始新世（瓯江组中部）沉积时，沟鞭藻组合面貌发生了一些变化，组合中海湾相的Wetzeliellaceae科的属种发育，刺孢囊类群的含量较早始新世减少，典型淡水代表的绿藻*Pediastrum*及孢子花粉有时在组合中出现且有一定的含量，推测瓯江组中部沉积时为温暖的、水体较浅的浅海相环境。

瓯江组上部（晚始新世）沉积时，以刺孢囊居多，韦策藻科的属种完全消失，组合中有相当数量的孢子花粉，推测沉积时为温暖浅海相的环境。

平湖组沉积时有少量、属种贫乏的沟鞭藻，以刺孢囊居多，说明沉积时不时有海水沟通，但海水影响很弱，使得沟鞭藻不能大量发育。

3．玉泉组的沉积环境

中新世玉泉组沉积时沟鞭藻组合面貌较单调，以口盖藻为主，伴有不多的刺甲藻，细多球藻等，组合中陆相孢子花粉含量较高，盘星藻大量发育；说明本区自中新统再次海侵，但其规模与范围较始新统要小，而玉泉组沉积时距岸较近。

（四）属 种 描 述

漆沟藻亚目 Gonyaulacystineae Norris, 1978

漆沟藻科 Gonyaulacystaceae Sarjeaat & Downie emend. Sarjeant & Downie, 1966

筛板多甲藻属 *Cribroperidinium* Neal & Sarjeart, 1962; emend. Davey, 1969

属型 *Cribroperidinium sepimentum* Neale & Sarjeant 1962

属征 贴近式孢囊，轮廓亚球形至椭球形，常具一明显的顶角；外壁一层，反映板式为膝沟藻型，由隔板、脊条或排列成行的突起等缝脊来显示，在很多板片上具缝线位脊及板内的次一级附加脊；沟前古口P型。

该属以板区内具附加的脊或隔板与米氏藻属（*Millioudodinium*）区别。

粒膜筛板多甲藻（比较种） *Cribroperidinium* cf. *granomembranaceum* (Matsuoka, 1983) Lentin & Williams, 1985

（图版 39，图 13）

1983 *Millioudodinium granomembranaceum* Matsuoka, 121, 122页，图版 1，图 1—5。

1985 *Cribroperidinium?granomembranaceum*(Matsuoka)Lentin & Williams, 78 页。

贴近孢囊，背腹面双宽椭球形；单层外壁厚约1μm，具一不甚明显的顶角；为膝沟藻型板式，板区内具附加的颗粒突起，使得缝脊界线不清；横沟稍螺旋，宽约8μm，沟边以细脊为界，在两端突出体外；纵沟延伸至上孢；被描述标本为腹部位置，因而古口不清，如为背部位置应为沟前古口。大小：78×64μm。

比较 被描述的孢囊轮廓，板区内具附加的颗粒突起，横沟、纵沟等特征与模式种相似，由于腹面位置未见古口及缝脊界线不清稍有别。

属位 瓯江组下部。

吉斯筛板多甲藻（比较种） *Cribroperidinium* cf. *giuseppei* (Morgenroth) Helenes, 1984

（图版 39，图 15）

1966 *Gonyaulax giuseppei* Morgenroth, 5, 6页，图版 2，图 3—6。

1969 *Gonyaulacysta giuseppei* (Morgenroth)Sarjeant, 9 页。

1984 *Cribroperidinium giuseppei*(Morgenroth)Helenes, 128 页。

贴近孢囊，轮廓圆锥形，囊壁单层；具一短小顶角，远端有一圆形开口；反映该属板式，板片间以低的缝脊为界，板区具缝线位低脊，横沟宽，环形，边有明显的脊条，宽约

5μm，将孢囊分成上下约等的两半，上孢近三角形，下孢半圆形。纵沟及古口不清。

比较 被描述的孢囊未见古口显示与模式种有别。

层位 同上。

阿普第藻科 Apteodiniaceae Eisenack emend. Sarjeant & Downie, 1974

阿普第藻属 *Apteodinium* Eisenack, 1958

南海阿普第藻 *Apteodinium nanhaicum* He & Li, 1980

(图版 39，图 10，12)

1980 *Apteodinium nanhaicum* He & Li, 61页，图版31，图 10—12。

层位 瓯江组中部。

斑点阿普第藻 *Apteodinium maculatum* Eisenack & Cookson, 1960

(图版 39，图 11)

1960 *Apteodinium maculatum* Eisenack & Cookson, 4页，图版2，图1—3。

1966 *Apteodinium maculatum* Sarjeant 205页，图版22，图1。

1981 *Apteodinium maculatum*, 中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等，61页，图版31 图 6—9。

层位 平湖组。

最小阿普第藻（新种） *Apeteodinium minimum* (sp. nov.)

(图版 59，图 5—6)

正型 图6，玻片号：N115(五)

贴近孢囊；轮廓圆五边形至椭圆形；单层壁，厚 0.5—1 μm，表面光滑至斑点状；顶角圆钝，由外壁微微突出而成，无底角或具一小底角；横沟，环形，宽约2—3μm，以低脊为界；古口存在时为沟前古口。孢囊大小：26 至 30×34 至 36 μm；正型孢囊大小：30×36μm。

比较 新种以个体小与属内已知种区别。

层位 玉泉组。

刺甲藻科 Spiniferitaceae Sarjeant & Downie emend. Norris, 1978

翼沟藻属 *Pterodinium* Eisenack, 1958

属型 *Pterodinium aliferum* Eisenack, 1958

属征 贴近刺孢囊，轮廓亚球形；壁两层，具相当高的缝线位隔板，反映板式为漆沟藻型，但板片的数目及形状不甚清楚；沟前古口，P型。

有环翼沟藻有环亚种 *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* (Wetzel) Below, 1981

(图版 51，图 17)

1933 *Cymatiosphaera cingulata* Wetzel, 28页，图版4，图 10。

1954 *Hystrichosphaera cingulata*(Wetzel)Deflandre, 258 页。

1970 *Spiniferites cingulatus*(Wetzel)Sarjeant, 76 页。

1981 *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum*(Wetzel)Below, 114 页。

贴近刺孢囊，轮廓球形至椭球形，壁两层；缝线位隔板高，薄而光滑，将孢囊分成若干板片，为漆沟藻型板式，腹部板片不清；具短而简单的角部突起，突起不分叉或末端二分叉，但不超过缝线位隔板的范围；沟前古口显示不清。大小：40×36 μm，隔板高 4—9μm；突起长 4—7μm。

比较 被描述孢囊缝线位隔板高，薄而透明，角部突起不超过缝线位隔板的高与模式种相似。

层位 瓯江组中下部。

刺甲藻属 *Spiniferites* Mantell 1850 emend. Sarjeant, 1970

本托刺甲藻截管亚种 *Spiniferites bentorii* subsp. *truncatus* (Rossigonal) Lentin & Williams, 1973

(图版 48，图 14)

1964 *Hystrichosphaera bentorii* var. *truncata* Rossigonal, 85页，图版1，图 5—6；图版3，图1。

1973 *Spiniferites bentorii* subsp. *truncatus* (Rossigonal)Lentin & Williams, 126。

孢囊宽椭圆形，表面由窄而透明的缝脊分成若干板片，反映板式为刺甲藻属型，由缝脊汇合处长出中空而短的突起，突起由基部往远端逐渐变窄，末端呈截形，不分叉，沟前古口。孢囊大小：58×44μm，突起长 8μm。

比较 当前标本除个体稍小外，其它特征与模式种相似。

层位 瓯江组中部。

卡坦托多枝刺甲藻 *Spiniferites katatonos* Corradini, 1972

(图版 38，图 16)

1973 *Spiniferites katatonos* Corradini, 169页。图版26，图3a—c，6a—b；图版37，图1—2。

孢囊卵圆形，具粗短的突起，基部由发育的隔壁状的缝脊相连，表面由缝脊分成若干板片，板式为刺甲藻属型；古口不清。孢囊大小：50×36 μm，突起长约 8μm，隔壁高约 4μm。

比较 被描述的标本具短的突起，发育的隔壁状缝脊与模式种相似，只是古口不清。

层位 灵峰组。

项圈刺甲藻 *Spiniferites monilis* (Davey & Williams) Sarjeant, 1970, emend. Eaton, 1976

(图版 51，图 12)

1966 *Hystrichosphaera monilis* Davey & Williams, 45页，图版 5，图2。

1970 *Spiniferites monilis*(Davey & Williams)Sarjeant, 76页。

1976 *Spiniferites monilis*(Davey & Williams)Sarjeant emend. Eaton, 282, 283 页，图版14，图 8, 9。

孢囊近球形，囊壁细粒状，尤以缝脊处明显；纤细的缝脊将孢囊分成若干板片，横沟

处板片横向拉长呈长四边形，反映刺甲藻属板式，缝脊汇合处伸出短而简单近圆锥形的突起，突起一般不分叉或二分叉，基部由薄的缝脊相连。古口显示不清。孢囊大小：44×34μm，突起长 6—10μm。

比较 当前标本除突起稍短外，其它特征与模式种相似。

层位 瓯江组下部。

短突刺甲藻（比较种） *Spiniferites* cf. *multibrevis* (Davey & Williams) Below, 1982

(图版 55，图 3)

孢囊近球形，囊壁微粒状，具许多短而实心的突起，缝脊突起二分叉，角部突起三分叉，基部由缝脊相连，当顶饰（crest）发育时，缝脊突起减弱或呈指状，反映刺甲藻属板式。古口不清。孢囊大小：54×44μm，突起长约 6μm。

比较 被描述孢囊轮廓，具短突起及缝脊与角部突起分叉情况与*Spiniferites multibrevis*〔(Davey & Williams) Below, 35 页〕相似，但缝脊及角部突起分叉后未见再次一级分叉又与之有差异。

层位 瓯江组下部。

伦药刺甲藻 *Spiniferites lenzii* Below, 1982

(图版 59，图 22)

1982 *Spiniferites lenzii* Below, 28, 29页，图版 7，图7；图版8，图3，6。

1983 *Spiniferites lenzii*, Matsuoka, 137页，138页，图版 13，图 4, 5。

孢囊轮廓卵圆形，表面光滑，缝脊及角部突起短，实心，二分叉或三分叉，突起与缝脊相交呈直角，突起基部有时可见卵圆形穿孔；反映刺甲藻属板式；沟前古口。孢囊大小：46×36μm，突起长 6—8μm。

比较 孢囊轮廓，突起特征及板式等与模式种相似。

层位 玉泉组。

多枝刺甲藻 *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Loeblich & Loeblich, 1966

(图版 38，图 18, 19；图版 48，图 6；图版 59，图 21)

1938 *Xanthidium ramosus* Ehrenberg, 图版 1, 图 1, 2, 5。

1932 *Hystrichosphaera ramosus* (Ehrenberg) Wetzel, 136 页。

1966 *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Loeblich & Loeblich 56, 57 页。

层位 灵峰组，瓯江组及玉泉组。

坚固刺甲藻 *Spiniferites strictus* Matsuoka, 1983

(图版 59，图 15)

1983 *Spiniferites strictus* Matsuoka, 136页，图版 12，图 5, 6。

孢囊亚球形，壁厚1.5μm，表面粒纹，角突起及缝脊突起短，坚固，二分叉，少数突

起还有再次一级分叉，突起基部由窄的缝脊相连，横沟板片横向拉长；反映刺甲藻属板式；古口存在时为沟前古口。孢囊大小：38×32μm，突起长11—12μm。

比较 当前标本除个体小及突起基部未见穿孔外其它特征与模式种相似。

层位 玉泉组。

内盒藻科 Endoscriniaceae Vozzhennikova emend. Sarjeant & Downie, 1974

萨姆兰藻属 *Samlandia* Eisenack, 1954

属型 *Samlandia chlamydophora* Eisenack, 1954

属征 贴近腔孢囊，全腔式，亚圆形至椭圆形，有或无低的突起；原层(autophragm)有许多边界不清楚的突起，不连续的脊条或网状构造，所有这些构造的远端完全或部分相连，或被上层（ectophragm）所覆盖；沟前古口，P型；横沟由赤道部位突出物或排列成行的突起微弱显示；除古口外无其它板式显示。

该属沟前古口典型P型与失去2块或3块沟前古口的*Scriniocassis*区别。

海绵萨姆兰藻（新种） *Samlandia spongia* (sp. nov.)

(图版 39，图 5，6，8)

正型 图版3，图6，玻片号：CN22(三)

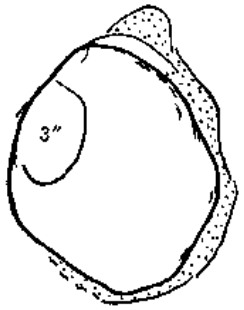


图 2 示古口

腔孢囊，轮廓亚椭圆形或椭圆形；顶角圆锥形，底角宽而扁平，内体椭圆形，壁厚1至1.5μm，低倍镜观察时表面装饰似海绵状，油镜观察时却为彼此不相连的粒纹构造，并由薄而呈膜状的上层所覆盖，体与上层之间充满了纹饰，上层的宽窄因不同的标本面有变化，孢囊体在赤道处稍外突，以此显示横沟的位置：沟前古口（见图2），系失去板片3″而成，口盖脱落，有的标本可见口盖脱落后掉入囊内，无纵沟及缝脊显示。孢囊长68—80μm，宽58—64μm，顶角长8—10μm，正型孢囊长80μm，宽64μm，顶角长10μm。

比较 新种以粒纹构造区别于属内已知种。

层位 瓯江组中上部。

颈瓶囊藻属 *Amphorosphaeridium* Davey 1969

属型 *Amphorosphaeridium fenestratum* Davey 1969

属征 刺孢囊，亚圆形；具纤维状中空的突起，突起简单或分叉，非板内位，顶及底突起明显，外壁纤维状或具大小不等的穴状；沟前古口，P型，口盖脱落；除古口外无其它板式显示；横沟由微排列成行的突起显示或不显示，无纵沟。

本属轮廓为圆形、亚圆形（非椭圆形），顶及底部无长或短的突出物与 *Fibrocysta* 区别；本属与 *Cordosphaeridium* 的区别在于突起为大量的非板式突起，顶，底两端的突起明显；非以具中空较复杂的突起又与具实心的、远端很少分叉的突起与*Exochosphaeridium*分开。

?多刺颈瓶囊藻 *Amphorosphaeridium?multispinosum* (Davey & Williams) Sarjeant, 1981

(图版 45，图 10)

1966 *Cordosphaeridium multispinosum* Davey & Williams 89页，图版 3，图 6。

1976 *Cordosphaeridium multispinosum*, Eaton, 254, 255页，图版6，图 4。

1981 *Amphorosphaeridium?multispinosum*(Davey & Williams) Sarjeant, 123 页。

刺孢囊，轮廓圆形；壁两层，从外层伸出许多纤维状的管状突起、中空，非板内位，远端分叉或呈指状，张开，表面粒状；沟前古口，P型，口盖脱落；由稍排列成行的突起显示横沟的位置，纵沟不显示。孢囊直径50μm，突起长 16—18μm。

比较 被描述的孢囊除壁部不显纤维状外，其它特征与模式种相似。

层位 瓯江组中部。

心球藻属 *Cordosphaeridium* Eisenack, 1963 emend. Davey, 1969

属型 *Cordosphaeridium inodes* (Klumpp) Eisenack, 1963

属征 刺孢囊，中心体亚圆形，壁两层，具22—30个纤维状，实心或中空的突起，突起板内位；反映漆沟藻型板式，即 3—4′，6″，OC，5—6‴，O—1p，1⁗，OS；沟前古口，P型。

本属具纤维状的板内位突起区别于*Kleiasphaeridium*；本属与*Fibrocysta*的区别是，后一属外形更长，横沟突起数量多，突起非板内位；本属突起数量较 *Kenleyra* 多，后者突起可能更多为角位而非板内位；本属与 *Turbiosphaera* 的区别是，后者外形更长，突起更扁而宽，且横沟是由阁板状突起指示。

薄心球藻 *Cordosphaeridium exilimurum* Davey & Williams, 1966

(图版 45，图 2)

1966 *Cordosphaeridium exilimurum* Davey & Williams, 87 页，图版 11，图 2。

1976 *Cordosphaeridium exilimurum*, Eaton, 253 页，图版 6，图 8。

刺孢囊，中心体亚球形；壁两层，薄，内层细粒状，外层纤维状；突起板内位，管状或喇叭状，宽窄可变，其长一般不超过中心体直径的 1/2，远端张开，膨大，为锯齿状或波形边缘；突起壁纤维状，有时可见小穿孔；沟前古口。中心体直径 68μm，突起长 22—24μm。

比较 被描述的孢囊中心体轮廓，壁部结构，突起形状及古口等与产自英国下始新统的模式种相同。

层位 瓯江组下部。

纤维刺心球藻 *Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey & Williams 1966

(图版 44，图 10)

1966 *Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey & Williams, 86 页，图版5，图5。

1981 *Cordosphaeridium fibrospinosum*, Jain & Tandon, 8页, 图版 3, 图45。

刺孢囊，中心体亚圆形；壁薄，纤维状；突起宽短，常常是宽大于长；突起壁纤维状并有不甚明显的细小穿孔，远端略膨大，张开，边缘全缘或波形，板内位；沟前古口。中心体直径50—55μm，突起长18—24μm，宽 22—26μm。

比较 当前标本除突起上穿孔不甚明显外，其它特征与模式种相同。

层位 瓯江组中、下部。

细心球藻 *Cordosphaeridium gracilis* (Eisenack) Davey & Williams, 1966

(图版 44，图 7；图版 45，图 1)

1954 *Hystrichosphaeridium inodes* subsp. *gracilis* Eisenack, 66页，图版10，图 5。

1966 *Cordosphaeridium gracilis*(Eisenack)Davey & Williams, 84页，图版3, 图 8；图版 11, 图 4, 6, 7。

中心体圆形至亚圆形，壁两层厚约1—2μm；突起圆锥形，实心，直立，简单或分叉，有的分叉呈"Y"型，边缘指状或波形，沟部突起纤细；板内位；反映漆沟藻属板式；沟前古口。中心体直径56—62μm，突起长 20—30μm。

比较 被描述孢囊具纤维壁，突起实心，细，直立，有的突起远端分叉呈"Y"型，板内位及沟前古口等特征与模式种相同。

层位 瓯江组下部。

细心球藻（比较种） *Cordosphaeridium* cf. *gracilis* (Eisenack) Davey & Williams, 1966

(图版 44，图 11，13)

比较 被描述的孢囊突起远端"Y"型分叉不清，其它特征与模式种相似。

层位 瓯江组中部。

纤维心球藻 *Cordosphaeridium inodes* (Klumpp) Eisenack, 1963 emend. Morgenroth, 1968

(图版 44，图 1，4，5，8)

1953 *Hystrichosphaeridium truncigerum* Cookson, 114页，图版2，图21—23。

1953 *Hystrichosphaeridium inodes* Klumpp, 391页，图版18，图 1, 2。

1963 *Cordosphaeridium inodes*(Klumpp)Eisenack, 261页，图版29，图3。

1968 *Cordosphaeridium inodes*(Klumpp)Eisenack, emend. Morgenroth, 594页，图版46，图 6, 8。

刺孢囊，中心体圆形，亚圆形；壁两层，粒状或纤维状；约有22个从外层伸出的板内位突起，突起壁纤维状，中空，远端张开，二分叉，三分叉或呈指状，边缘波形或锯齿状，沟处突起纤细；突起长不超过中心体的半径；反映漆沟藻属板式；沟前古口。中心体直径58—63μm，突起长 20—24μm。

比较 被描述标本中心体轮廓，壁部结构，突起特征，板式等与模式种相同。

层位 瓯江组中、下部。

纤维孢囊藻属 *Fibrocysta* Stover & Evitt, 1978

属型 *Fibrocysta tipolare* (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt, 1978

属征 刺孢囊，体椭圆形，壁两层，纤维状，突起间有细纹饰；顶及底部具短的或长的角状突起，体上有许多实心，中空，纤维状非板位突起，突起远端膨大，分叉或不分叉；板式仅由古口显示；沟前古口，P型（失去3″板片），口盖脱落；横沟由一或二排赤道排列的突起显示或显示不清，纵沟不显示。

本属以多数纤细的非板位突起与具相当宽的板内位突起，且横沟处突起为阁板状的*Turbiosphaera*区别；*Amphorosphaeridium*也具有较多的非板位突起，但缺乏顶，底突起又与*Fibrocysta*分开。

古新纤维孢囊藻（新种） *Fibrocysta paleocenica* (sp. nov.)

(图版 38，图 2，3)

正型 图3，玻片号：Li—2196（二）

刺孢囊，中心体椭圆形，壁两层厚约0.5μm，微粒状；顶突起较其它突起稍粗，远端头状或钉头状，底突起明显或不明显；体上具许多短而纤细的非板位突起，突起简单，中空，远端头状，少数突起二分叉，有的标本偶有扁平末端呈指状的突起，近端与体沟通；沟前古口，P型，口盖脱落；腰部有时突起减弱，以示横沟的位置。中心体长64—82μm，宽48—54μm，正型64×48μm；顶突长7—10μm，突起长6—8μm。

比较 新种具短而纤细的突起，顶突起短小，底突明显或不明显与属内已知种区分。

层位 灵峰组。

东海纤维孢囊藻（新种） *Fibrocysta donghaiense* (sp. nov.)

(图版 40，图 2,4,4a, 5, 11)

正型 图 2，玻片号 FL33y。

刺孢囊，中心体亚圆形至椭圆形，壁两层紧贴，厚1—1.5μm，表面纤维状；顶突长，远端头状或逐渐变尖，闭合，有的基部及中部各具一对次一级小刺，底突纤细向底部延伸或底突不明显；体表具多数纤维状非板位突起；突起近端及远端尖或呈截形并闭合，位于下孢的突起较上孢的长，上孢至顶部突起减弱；沟前古口，轮廓约呈五边形，口盖附着或失去；横沟由赤道处一至二排成行排列的突起来显示，并将孢囊分成上下约相等，上孢呈三角形，下孢为半圆形的两部分；未见纵沟显示。中心体长58—64μm，宽48—50μm，顶突长16—18μm，底突长15—19μm；正型中心体长60μm，宽50μm，顶突长16μm，底突长15μm。

比较 新种突起粗短，远端尖与*F. axiale*分开；以顶突短，体表突起简单，基部不被纤维状膜相连与*F. radiata*易分开；新种顶突细，其基部及中部各具一对细刺，与顶突强壮，远端膨大形成三个短的分枝的*F. vectense*容易区别。

层位 瓯江组下部。

可变纤维孢囊藻（新种） *Fibrocysta mutabilis* (sp. nov.)

(图版 40，图 6—10)

正型 图7，玻片号：FL33。

中心体圆形，宽椭圆形；顶、底宽圆；壁两层，厚 1—1.5 μm，纤维状；顶突基部向两侧膨胀裂成一对突起，中部还有细小突起，远端略收缩呈头状，底突短小呈细棒状；由外层伸出约20个宽窄、大小各异的非板位呈纤维状，近端不相连的突起，大突起扁平，宽大于长或长宽等长，远端截形，边缘平直或微波状，有的具小穿孔；小突起管状，近端略膨大，远端截形；沟前古口，P型，古口顶部拱顶形，口盖原位附着或失去；横沟由赤道部位排列成行的突起显示，在两侧突出于体之外；横沟将孢囊分成上下近相等的两个半圆；下孢横沟后有 3 至 4 个近圆形的核状物（omphalos）。中心体大小：62—70×58—61 μm，顶突长13—18μm；正型中心体大小 62×58μm，顶突长 16μm。

比较 新种顶突基部向两侧膨胀裂成一对似叶状的突起，体上伸出宽窄不等的突起，末端截形与*F. donghaiense* 区别。

层位 同上。

放射纤维孢囊藻 *Fibrocysta radiata* (Morgenroth) Stover & Evitt, 1978

(图版 40，图 1)

1966 *Lanternosphaeridium radiatum* Morgenroth, 37, 38页，图版 10, 图 7—9。

1978 *Fibrocysta radiata* (Morgenroth)Stover & Evitt, 155页。

中心体椭圆形；壁两层，粒状；顶突纤细，长，远端略膨大并分叉，底突纤细向底部延伸，长与顶突大致相当；体上具许多简单、纤细、中空呈放射状排列的非板位突起，近端由一薄的纤维状膜相连，远端呈头状，闭合；沟前古口不甚清楚显示；赤道处有一排纤细的突起，为横沟所在处。中心体大小66×53μm，顶突长22μm，底突长 21.5μm，突起长 16—20μm。

比较 被描述孢囊除沟前古口显示不清外，其它特征与模式种相同。

层位 同上。

阁板藻属 *Turbiosphaera* Archangelsky, 1969

囊型 *Turbiosphaera filosa* (Eilson) Archangelsky, 1969

属征 刺孢囊，中心体圆形至椭圆形，具形状不规则的板内位突起，突起纤维状，顶、底突起较其它突起宽大；横沟突起阁板状，板式为4′，6″，x—6c，5—6‴，1P，1⁗；沟前古口，P型，口盖脱落。

本属以具宽而扁平的顶，底突起，阁板状的横沟突起，沿沟前，沟后的突起间还分布有小的突起等特征与*Fibrocysta* 区分。

海神阁板藻 *Turbiosphaera galatea* Eaton, 1976

(图版 41，图 13)

1976 *Turbiosphaera galatea* Eaton, 289页，图版 15, 图 4—6。

中心体宽椭圆形，壁两层，紧贴，斑点状至微纤维状；顶突基部膨大，远端逐渐收缩呈亚三角形；由于保存不好底突只残留了部分，基部与沟后突起相连；沟前及沟后突起宽

大而扁平，远端波形，近极由薄而呈纤维状的膜相连，致使一些突起界线不清；赤道处横沟板片呈阁板状；沟前古口不清楚显示。中心体长 66×56 μm，顶突长24μm，宽 19μm。

比较 被描述的孢囊顶突三角形，板内位突起宽而扁平，近端被纤维状的膜相连等特征与模式种相同。

层位 同上。

舌藻科 Lingulodiniaceae Sarjeant & Downie, 1974

花冠藻属 *Coronifera* Cookson & Eisenack, 1958 emend. Davey, 1974

属型 *Coronifera oceanica* Cookson & Eisenack 1958

属征 刺孢囊，体卵圆形至亚圆形，具许多简单或二分叉的突起，突起实心或中空，远端闭合，基部由低的膜脊相连，顶突明显，简单或分叉，底突大，管状，中空，张开，末端具锯齿状边缘；沟前古口。横沟一般不显示。

本属为沟前古口，非顶古口，除底突外，其它突起远端闭合与*Diphyes*易分开。

海洋花冠藻（比较种） *Coronifera* cf. *oceanica* Cookson & Eisenack, 1958 emend. May, 1980

（图版 48，图 16）

1958 *Coronifera oceanica* Cookson & Eisenack, 45页，图版12，图 5，6。

1980 *Coronifera oceanica* Cookson & Eisenack emend. May, 48, 49 页。

中心体近圆形，壁两层，紧贴，斑点状，体上具许多简单的，实心末端闭合的非板位突起，突起纤细，基部由冠脊相连；顶突较其它突起宽，远端二分叉，底突最大，管状末端张开，边缘波形；沟前古口，P型，口盖脱落；赤道处突起微排成行，以示横沟的位置。中心体直径约30μm，顶突长10μm，底突长10μm，宽5μm，突起长9—11μm。

比较 被描述的孢囊除底突较短，锯齿状边缘不明显外，其余特征与模式种相同。

层位 瓯江组下部。

舌藻属 *Lingulodinium* Wall, 1967 emend, Wall & Dale, 1973

属型 *Lingulodinium machaerophorum* Deflandre & Cookson, 1967

属征 刺孢囊，中心体亚圆形，具多数中空，远端闭合的非板位突起；为简单，复合的沟前古口，P至5P型或上孢古口，典型$\overline{\text{AP}}$型。

本属突起中空，刀片状，远端闭合与*Operculodinium*及*Exochosphaeridium*分开。

小刀舌藻 *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre & Cookson) Wall, 1967

（图版 48，图 7）

1955 *Hystrichosphaeridium machaerophorum* Deflandre & Cookson, 274页，图版9，图4，8。

1967 *Lingulodinium machaerophorum*(Deflandre & Cookson)Wall, 109页，图版15，图16—17。

1976 *Lingulodinium machaerophorum* Eaton, 276 页，图版8，图10。

中心体球形，壁两层，粒状；体上具许多扁平象刀片状的突起，中空，向远端逐渐变尖并闭合，非板位；古口可能为联合古口，即$\overline{\text{AP}}$型。中心体直径：40μm，突起长11—12μm，宽2—2.5μm。

比较 被描述孢囊轮廓，突起形状及古口与模式种相同。

层位 瓯江组中、下部。

口盖藻属 *Operculodinium* Wall, 1967

属型 *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson) Wall, 1967

属征 贴近刺孢囊，中心体圆形至椭圆形，具多数非板位圆锥形的刺或形状、大小相似的突起，典型头状（capitate），中空，远端闭合或实心；沟前古口，P型。

本属不具顶，底突起，且突起不是纤维状等可与*Exchosphaeridium*及*Amphorosphaeridium*区别；又以具沟前古口，失去3″板片及突起呈头状与*Lingulodinium*分开；本属为沟前古口又与具顶古口的*Cleistosphaeridium*易分开。

中瓣口盖藻 *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson) Wall, 1967

（图版48，图8，12；图59，图7，16，17）

1955 *Hytsrichosphaeridium centrocarpum* Deflandre & Cookson, 272页，图版8，图3，4。

1967 *Operculodintum centrocarpum*(Deflandre & Cookson)Wall, 111页，图版16，图1，2，5。

1976 *Operculodinium centrocarpum*, Eaton, 278页，图版15，图1，2。

体圆形至亚圆形，壁两层，紧贴，粒状；体表具许多形状、大小相似的非板位突起，突起简单，中空，末端闭合，呈头状；沟前古口，P型，口盖脱落。中心体直径48—54μm，突起长11—15μm。

层位 瓯江组及玉泉组。

越后口盖藻 *Operculodinium echigoense* Matsuoka, 1983

（图版59，图9，13）

1983 *Operculodtnium echigoense* Matsuoka, 126页，图版7，图1—5，8。

体椭圆形，壁两层紧贴，表面斑点状；突起纤细，中空，末端头状，长约为长轴的1/4，非板位；沟前古口。体长48—56μm，宽36—38μm，突起长8—10μm。

比较 被描述孢囊体轮廓，突起纤细，中空，末端头状及古口等特征与模式种相同。

层位 玉泉组。

沃尔口盖藻 *Operculodinium wallii* Matsuoka, 1983

（图版59，图19）

1983 *Operculodinium wallii* Matsuoka, 127页，图版7，图9；图版9，图1—4。

体亚圆形，壁薄，两层紧贴；非板位突起，极为纤细，易弯曲，末端头状，少数二分叉；沟前古口显示不清。体长56μm，宽36μm，突起长8μm。

比较 被描述孢囊，壁薄，突起纤细易弯曲与模式种相同。

层位 同上。

管球藻亚目 Hystrichosphaeridineae Norris, 1978

管球藻科 Hystrichosphaeridiaceae Evitt emend. Sarjeant and Downie emend. Norris, 1978

络球藻属 *Adnatosphaeridium* Williams & Downie, 1966

属型 *Adnatosphaeridium vittatum* Williams & Downie 1966

属征 刺孢囊，体亚圆形具实心或中空的管状，漏斗状，板内位突起，相邻突起末端被肋条或穿孔的横络相连；顶古口，$\overline{t}$A 型（即顶系板片、全部脱落，但数目不清，"t"指不追究脱落的数目，"—"示顶系板片全部脱落）。

本属中心体球形非透镜体形，体中部具不甚复杂的突起与*Glaphyrocysta*分开。

多刺络球藻 *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams & Downie, 1966

（图版 49，图 5，8，10；图版 50，图 2，10—12）

1966 *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams & Downie, 216页，图版24，图5。

1976 *Adnatosphaeridium multispinosum*, Eaton, 239页，图版2，图2。

体圆形至亚圆形，壁两层厚1μm，粒状，从外层伸出许多纤细，直立或稍弯曲的中空突起，突起至2/3处分叉，远端呈膜状或不分叉，相邻突起末端被一细的横管相连；顶古口。中心体直径约54—68μm，突起长26—36μm。

比较 被描述孢囊体轮廓，突起特征及顶古口等特征与产自英国的模式种相似。

层位 瓯江组下部。

织网络球藻 *Adnatosphaeridium reticulense* (Pastiels) De Coninck, 1969

（图版 49，图 6，7）

1948 *Cannosphaeropsis reticulensis* Pastiels, 49页，图版5，图7—10。

1969 *Adnatosphaeridium reticulense* (Pastiels) De Coninck, 40页，图版11，图19。

1981 *Adnatosphaeridium reticulense*，中华人民共和国石油勘探公司南海分公司，61—62页，图版32，图11—13。

层位 同上。

带形络球藻 *Adnatosphaeridium vittatum* Williams & Downie, 1966

（图版 49，图 1，9）

1966 *Adnatosphaeridium vittatum* Williams & Downie, 215页，图版24，图3，7。

1981 *Adnatosphaeridium vittatum*，中华人民共和国石油勘探公司，南海分公司等，61页，图版34，图23。

层位 同上。

威氏络球藻 *Adnatosphaeridium williamsii* Islam, 1983

（图版 50，图 7，9）

1983 *Adnatosphaeridium williamsii* Islam, 81, 82页，图版4，图9—10。

体亚圆形或椭圆形，亚圆形时宽略大于长；壁两层，粒状；突起纤细，实心，末端宽，细呈丝状的横络分叉或不分叉将相邻突起连在一起，横络无孤立的刺；顶古口。中心体大小：58—64×42—44μm，突起长26—28μm。

比较 被描述的孢囊体突起远极由纤细的横络相连，横络上无孤立的刺突起与模式种相似，并以此与*A. multispinosum*区别。

层位 同上。

双倍藻属 *Diphyes* Cookson, 1965 emend. Davey & Williams, 1966

属型 *Diphyes colligerum* (Deflandre & Cookson) Cookson, emend. Davey & Williams, 1966

属征 刺孢囊，体亚圆形；壁两层紧贴，具许多大小一致的非板位突起及大而简单的底突起，突起中空，远端张开；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型；无横沟显示或由赤道排列的突起显示横沟。

本属为顶古口与具沟前古口的*Coronifera*分开；本属的突起象*Polysphaeridium*，但后者缺乏大的底突起两者又明显分开。

连结双倍藻 *Diphyes colligerum* (Deflandre & Cookson) Cookson, 1955 emend. Davey & Williams, 1966

（图版 48，图 10，11，15）

1955 *Hystrichosphaeridium Colligerum* Deflandre & Cookson, 278页，图版7，图3。

1965 *Diphyes colligerum* (Deflandre & Cookson) Cookon, 86页，图版9，图1—12。

1966 *Diphyes colligerum* (Deflandre & Cookson) Cookson emend. Davey & Williams, 96页，图版4，图2—3。

体圆形至亚圆形，壁两层紧贴，表面光滑或粒状；突起中空，基部膨大，远端头状并张开，非板位，底突大，圆柱形，中空，远端张开；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型。中心体直径22—32μm，突起长9—14μm，底突长8—18μm。

比较 被描述的孢囊除底突稍短外，其它特征与模示种相同。

层位 瓯江组中、下部。

分离球藻属 *Distatodinium* Eaton, 1976

属型 *Distatodinium craterum* Eaton, 1976

属征 刺孢囊，体卵圆形或长椭圆形；突起简单或分叉，宽度可变，横切面扁平或刀片状，近极基膨大常被一膜相连，远端膨大并分枝，典型的分枝不总是复杂的，偶有纤细的管状突起；突起数目可变，从14—60或更多；突起平行体的长轴排列成行，位于或近于反映板片的界线，很多突起围绕着孢囊体排列成环（一圈）；顶古口。

本属突起基本是缝线位，偶有可能为角位的横切面为"T"型的突起；连结突起近极极的膜可能反映板片界线带，有些种的突起非缝线位；有些则排列呈复杂的弓形，反映板式不清；扁刀片状的突起大部分是实心的，特别是近极区；*Prolixosphaeridium*与*Diatato-*

dinium 孢囊的轮廓，古口及突起的分布相似，但 前一属突起远端不复杂，突起横切面不是明显的刀片状且近极极不被膜相连与本属分开；*Tanyosphaeridium* 轮廓及古口与本属相似，但突起末端不如本属复杂，板内位，突起横切面为圆柱形，圆形或亚圆形。

椭球形分离球藻 *Distatodinium ellipticum* (Cookson) Eaton, 1976

(图版 45，图 5，8)

1965 *Hystrichosphaeridium ellipticum* Cookson，87页，图版11，图1—3，3a。
1969 *Tanyosphaeridium ellipticum* (Cookson) Davey & Williams，7页。
1976 *Distatodinium ellipticum* (Cookson) Eaton，264页，图版19，图7—9。

刺孢囊，长椭圆形，表面粒状；突起宽窄可变，简单或分叉，横切面典型的刀片状或扁平，远端及近极膨大；远端二分叉，三分叉并还有次一级的二分叉；整个体表面都具突起，但主要集中在顶，底，多沿体长轴方向成行排列；位于底部突起的近极极常有膜相连；顶古口。中心体大小：70—78×51—53μm，突起长22—24μm。

比较 当前标本轮廓，突起特征及古口等与模式种相同。

层位 瓯江组下部。

鞘管藻属 *Hystrichokolpoma* Klumpp, 1953 emend. Williams & Downie, 1966

属型 *Hystrichokolpoma cinctum* Klumpp, 1955

属征 刺孢囊，具两种类型板内位突起，大类型的突起基部膨大，近极横切面方形，反映板片轮廓；纤细突起局限在横沟及纵沟处；横沟螺旋，反映板式为 4′，6″，6g，5‴，1P，1⁗；顶古口，$\overline{\text{At}}$ 型。

本属以具大的和纤细的两类板内位突起而与*Hystrichosphaeridium*区别；又与具沟前古口或顶及沟前联合古口的*Florentinia*明显区别；*Achilleodinium*也具大小不同的两类突起，为沟前古口，又与本层区别。

硬刺鞘管藻（比较种） *Hystrichokolpoma* cf. *rigaudiae* Deflandre & Cookson, 1955

(图版 38，图 6)

孢囊体亚圆形，表面粒状；具大小不同的两类板内位突起，大突起中空，宽而扁平，远端明显膨大，张开，边缘齿状，小突起主要集中在沟区，底突起较其它突起明显长而大；顶古口。孢囊直径41μm，底突长22μm，末端宽8μm；大突起长16μm，末端宽12—13μm；小突长11μm，宽3μm。

比较 被描述的孢囊顶突起小，小突起不如模式种纤细，与产自澳大利亚始新统的模式种（Deflandre & Cookson）279页，图版6，图6，10）有别，面定为相似种。

层位 灵峰组。

海神鞘管藻 *Hystrichokolpoma salacia* Eaton, 1976

(图版 51，图 4)

1976 *Hystrichokolpoma salacia* Eaton, 271, 272页，图版11，图1—3。

1980 *Hystrichokolpoma salacia*, Bujak et al., 图版3，图7，8。

孢囊体亚圆形，表面微粒状；具大小不同的板内位突起，大突起圆柱形，横面近圆形至四方形，集中在沟前，沟后及底部，远端闭合，有的远端分枝为小管；底突起较其它突起宽大，且形状也不一，向着末端突然变尖，小突起集中在横沟及纵沟处，简单不分叉，远端略膨大并张开；反映板式为4′，6″，6c，5‴，1P，1⁗″顶古口，$\overline{\text{tA}}$型。孢囊直径40μm；大突起长18—20μm，宽7—10μm；小突起长10μm；底突长22μm，宽12μm。

比较 被描述孢囊底突起较其它突起宽大，末端突然变尖，具大小两类型板内位突起，顶古口，$\overline{\text{tA}}$型与产自英国始新统的模式种相同。

层位 瓯江组中、下部。

海神鞘管藻分叉亚种（新亚种） *Hystrichokolpoma salacia* Eaton subsp. *furcata* nov.

（图版 46，图 7）

正型 图7，薄片号：D46e

孢囊体亚圆形，壁两层，粒状；大突起圆柱形，集中在沟前，沟后及底部，1‴及1⁗板片减弱，末端张开；小突起分布在横沟及纵沟处，圆柱形或细管状，底突起较其它突起宽大，末端二裂呈"H"型，突起表面都有细条；反映该属板式；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型。孢囊直径48μm；大突起长20—22μm，宽12—14μm；小突起长18—20μm，宽2—3μm；底突长26μm，宽22μm。

层位 平湖组。

粒纹鞘管藻 *Hystrichokolpoma granulata* Eaton, 1976

（图版 51，图 20）

1976 *Hystrichokolpoma granulata* Eaton, 269, 270页，图版10，图11—13。

1980 *Hystrichokolpoma granulata*, Bujak et al., 图版3，图4—6。

体圆形，壁两层，粒状；板内位突起，大突起圆柱形集中在沟前，沟后，底部，远端略膨大，边缘呈锯齿状张开，小突起纤细，简单，远端张开；反映该属板式；顶古口，四板片，口盖脱落。体直径36—38μm；大突起长22—24μm，宽16—18μm；小突起长12—14μm。

比较 本种囊壁粒状，具大小两类型板内位突起，无底突起与模式种相同。

层位 瓯江组及平湖组。

管球藻属 *Hystrichosphaeridium* Deflandre, 1937 emend. Davey & Williams, 1966

属型 *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Deflandre emend. Davey & Williams 1966

层征 刺孢囊，亚球形，具25至30个中空、圆柱形的板内位突起；突起远端膨大并张开，沟突起数目可变，但整个突起很少超过30个；反映板式为 4′，6″，6c，5—6‴，1P，

1′′′；顶古口。

有几个属与本属一样都具板内位突起，又以下列特征区分：*Oligosphaeridium*无沟突起与本属分开；*Hystrichokolpoma*具两种不同类型的突起；*Surculosphaeridium*，*Areosphaeridium*都具实心突起；*Cordosphaeridium* 具纤维状突起及沟前古口；*Perisseiasphaeridium* 有实心及中空的突起，中空突起常有复杂的分枝；*Homotryblium* 为联合古口与本属分开。

宽展管球藻大亚种（新亚种） *Hystrichosphaeridium patulum* subsp. *major* nov.

（图版 45，图 7,11）

正型 图7，玻片号FL331

体圆形，壁两层，细粒状。突起管状，两类型，宽的突起比纤细的突起稍宽，中空，远端都膨大呈喇叭状，张开，边缘波形或细齿状，突起长为体直径的1/3。古口显示时为顶式。体直径38—40μm，细突起长14—16μm，末端宽5—6μm；较宽突起长 14—17μm，末端宽10μm。

比较 新亚种体球形，具两类型板内位突起，宽突起稍比窄突起宽，远端膨大等特征与*H. patulum* Davey & Williams（1966，60页，图版10，图5）相似，但该种体直径不超过25μm，新亚种个体大与之有别。

层位 瓯江组下部。

号角管球藻（比较种） *Hystrichosphaeridium* cf. *salpingophorum* Deflandre, 1935 emend. Davey & Williams, 1966

（图版 46，图 2）

体圆形，壁两层，粒状；管状突起，中空，远端逐渐膨大，有的突起远端开口呈近四方形，边缘齿状或波形，张开，板内位；反映该属板式；顶古口显示不清。体直径50μm，突起长20—24μm。

比较 当前标本体稍大，突起远端近四方形开口，不是所有突起都显示，故定为比较种（参见Davey & Williams 1966，61，62页，图版10，图6）。

层位 同上。

管型管球藻 *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Deflandre, 1937 emend. Davey & Williams, 1966

（图版 45，图 6，9）

1938 *Xanthidium tubiferum* Ehrenberg，图版1，图16。

1933 *Hystrichosphaera tubiferum* (Ehrenberg) Wetzel，40页，图版4，图16。

1937 *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Deflandre，68页。

1966 *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Deflandre emend. Davey & Williams，56，57页，图版6，图1，2；图版8，图5；图版10，图2。

体圆形，壁两层紧贴，表面光滑；约有30个板内位突起从外层伸出，突起管状，中

空，远端膨大，张开，边缘叶裂状，沟处突起较短而纤细；突起长不超过体直径；古口显示不清。体直径36—38μm；突起长15—19μm。

比较 被描述的孢囊管状突起末端膨大，张开，边缘叶裂状，体直径及突起长度与产自英国伦敦粘土的标本更接近。

层位 同上。

管状管球藻短管亚种 *Hystrichosphaeridium tubiferum* subsp. *brevispinum* (Davey & Williams) Lentin & Williams 1973

（图版 46，图 4）

1966 *Hystrichosphaeridium tubiferum* var. *brevispinum* Davey & Williams, 58页，图版10，图10。

1973 *Hystrichosphaeridium tubiferum* subsp. *brevispinum* (Davey & Williams) Lentin & Williams, 80页。

体圆形，壁两层，表面粒状；具短而宽的管状突起，其长仅为体直径的1/4至1/5，突起中空，远端略膨大并张开，边缘波形或细齿状；突起排列反映该属板式；顶古口。体直径38μm，突起长8—12μm，宽7—9μm。

比较 本种最主要特征为突起短，其长决不超过体直径的1/3，以此与属内其它种区别。

层位 同上。

繁棒藻科 Cleistosphaeridiaceae Sarjeant & Downie, 1974

繁棒藻属 *Cleistosphaeridium* Davey, Downie, Sarjeant & Williams, 1966

属型 *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al. 1966

属征 刺孢囊，体圆形至卵圆形，具许多突起，远端闭合，基部与体不沟通；突起不超过50个，突起排列无一定规律，仅由古口显示板式；顶古口。

本属突起末端闭合，顶古口与突起末端张开，具上孢古口的 *Polysphaeridium*分开；*Operculodinium*属突起末端也闭合，但具沟前古口又与本属区别。

膨大繁棒藻（新种） *Cleistosphaeridium bulbum* (sp. nov.)

（图版 51，图 8，9）

正型 图8，玻片号Li6D

体椭圆形，壁两层，紧贴，粒状；具长 度 近相等的突起，其长不超过长轴的1/3，直或弯曲，中空，基部及末端膨大呈钉头形，远端闭合，基部不与体腔沟通，非板位突起；古口存在时为顶式。体大小：43—49×29—33μm，突起长7—9μm。

比较 新种突起粗短，基部及末端均膨大为钉头状与属内已知种区别。

层位 瓯江组中部。

富刺藻属 *Impletosphaeridium* Morgenroth, 1966

复杂富刺藻 *Impletosphaeridium implicatum* Morgenroth, 1966

（图版 46，图 1）

1966 *Impletosphaeridium implicatum* Morgenroth，34页，图版9，图1—3。

1976 *Impletosphaeridium implicatum*，Eaton，306—308页，图版21，图10。

体圆形，壁薄，粒状；表面具许多纤细，实心的突起，末端二分叉呈长而易弯的次一级突起。由于标本保存不好，许多突起被折断。体直径46μm，突起长20—26μm。

比较 被描述的标本突起特征与产自英国始新统的标本接近，唯个体稍大。

层位 瓯江组上部。

克罗梅富刺藻 *Impletosphaeridium kroemmelbeinii* Morgenroth, 1966

（图版 43，图 10，11）

1966 *Impletosphaeridium kroemmelbeinii* Morgenroth，34页，图版9，图4，5。

1976 *Impletosphaeridium kroemmelbeinii*，Eaton，308，309页，图版21，图9。

体亚圆形，壁两层，紧贴；具两类型突起，一类突起纤细，末端分叉，另一类呈膜状，形如刀片，宽窄可变，末端分叉。体最大直径48—54μm，突起长14—20μm。

比较 被描述的标本具纤细及呈膜状宽窄可变形如刀片的突起，与模式种类似。

层位 瓯江组中部。

繁茂富刺藻 *Impletosphaeridium luxurium* Eaton, 1976

（图版 43，图 12）

1976 *Impletosphaeridium luxurium* Eaton，309页，图版21，图3，4。

1980 *Impletosphaeridium luxurium*，Bujak et al.，图版5，图6。

体亚圆形，壁光滑；具许多宽窄可变的膜状突起，末端二分叉或呈指状。体直径47μm，突起长15—16μm。

比较 被描述标本除个体稍大外，其余特征与模式种相似。

层位 瓯江组中、上部。

多球藻属 *Polysphaeridium* Davey & Williams, 1966 emend. Bujak et al., 1980

属型 *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams, 1966 emend. et al., 1980

属征 刺孢囊，中心体圆形或亚圆形，表面光滑，粒状或刺状；具许多长度相等，末端张开的管状突起，突起孤立或基部相连呈复杂的弓形或环圈状，这些复杂突起组合的远端决不相连；有一些种突起排列为板内位的，板式为 4′，6″，6c，5—6‴，1P，1″″，xs；上孢古口，A+3A+6P型；口盖部分或全部脱落。

本属原始描述为顶古口（Davey & Williams 1966）。Eaton（1976）考察正模标本时，见沿体破成两半，说明该属为上孢古口，非顶古口；*Hemicystodinium*属与本属特征相同，为本属的同物异名。

细多球藻 *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams, 1966 emend. Bujak et al., 1980

（图版 48，图 13；图版 59，图 12）

1966 *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams, 92页，图版11，图1。

1967 *Hemicystodinium zoharyi* (Rossiginal) Wall, 111页，图版15，图8—12。

1976 *Polysphaeridium subtile* Eaton, 280页，图版14，图1，2。

1980 *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams emend. Bujak et al., 33, 34页，图版3，图9，12。

体圆形至亚圆形，壁两层，厚约1μm，表面粒状；突起纤细，中空，基部略膨大，末端张开，非板内位；上孢古口（即包括失去横沟以上的板片），将孢囊分成两半，口盖附着。中心体直径46—54μm；突起长8—12μm。

比较 被描述孢囊为上孢古口，具许多突起与该种修定后特征相同。

层位 瓯江组及玉泉组。

美球藻属 *Kellosphaeridium* De Coninck, 1969

属型 *Kallosphaeridium brevibarbatum* De Coninck, 1969

属征 孢囊亚圆形，壁光滑，粒状，发状，瘤状或短刺状；顶古口，口盖附着，附加缝线如存在，则指示为6块沟前板片，口盖即从此脱离。

本属口盖附着，与*Batiacasphaera*易分开。

双饰美球藻 *Kallosphaeridium biornatum* Stover, 1977

（图版 43，图 5）

1977 *Kallosphaeridium biornatum* Stover, 73, 73页，图版1，图9，10。

孢囊宽椭圆形，表面斑点状，具许多短小的突起，末端膨大呈头状并闭合，非板内位；顶古口，附加缝线指示为6块沟前板片，口盖从此脱离，在腹部口盖以窄颈形（isthmus）附着。孢囊大小62×58μm。

比较 被描述的标本具顶古口，口盖以窄的颈形附着在孢囊的腹部及表面双形装饰与模式种相同。

层位 瓯江组上部。

弗洛伦藻科 Florentiniaceae Harker & Sarjeant emend. Norris 1978
相似孢属属 *Homotryblium* Davey & Williams, 1966

属型 *Homotryblium tenuispinosum* Davey & Williams, 1966

属征 刺孢囊，中心体亚圆形，壁两层，光滑，斑点或粒状；约具25个呈管状的板内位突起，中空，末端膨大并张开；反映板式为漆沟藻型即3′, 6″, 6c, 6‴, 1P, 1⁗及1—5s；上孢古口，A + $\overline{3\,A}$ + 6P型；横沟由古口边缘的6个突起显示，纵沟由2个或更多的突起显示。

*Polysphaeridium*和*Eocladopyxis*都具上孢古口，但本属具板内位突起又与前两属区别开；本属为上孢古口与具顶古口的*Hystrichosphaeridium*易区别。

短相似孢囊 *Homotryblium abbreviatum* Eaton, 1976

（图版 47，图 13；图版 48，图 9）

1976 *Homotryblium abbreviatum* Eaton, 267—268页，图版10，图2—4。

体圆形，表面粒状；具约26个板内位突起，突起中空，短，其长约为体直径的1/4至1/5，管状，远端微膨大并张开，边缘锯齿状或锐齿边状；反映板式为 3—4′, 6″, 6c, 5—6‴, 0—1P, 1″″；上孢古口。体直径40—48μm，突起长8—13μm，宽6—9μm。

比较 本种具短的板内位突起与产自英国始新统的模示种相同。

层位 瓯江组。

海生相似孢囊 *Homotryblium oceanicum* Eaton, 1976

（图版 47，图 4，6）

1976 *Homotryblium oceanicum* Eaton，268页，图版10，图5—8。

1980 *Homotryblium oceanicum*，Bujak et al.，图版1，图10—12。

体亚圆形，壁两层，粗粒状；具20个宽而长的圆柱形板内位突起，沟处突起较窄，中空，远端略膨大，边缘齿状或锐齿状，反映板式为3′, 6″, 6c, 5‴, 1″″；上孢古口，图7可见古口缝线。体直径43—44μm；突起长22—24μm，宽8—12μm。

比较 被描述孢囊具宽而长的板内位突起与产自英国始新统模式种相同。

层位 瓯江组下部。

海生相似孢囊（比较种） *Homotryblium* cf. *oceanicum* Eaton, 1976

（图版 46，图 6；图版 47，图 1—3）

体直径52—54μm，突起长14—21μm，宽6—12μm。

比较 被描述的孢囊突起宽而短，其长不超过20μm，约为体直径的1/3或短于1/3，这类突起比*H. abbreviatum*长而宽，又较*H. oceanicum*短，介于两个种之间；图版 47，图 1显示为上孢古口，沿着体裂成一半，但口盖未脱落；从总的特征看更近于*H. oceanicum*，也许是该种的变异，因此定为相似种。

层位 同上。

浅色相似孢囊 *Homotryblium pallidum* Davey & Williams, 1966

（图版 46，图 5；图版 47，图 5）

1966 *Homotryblium pallidum* Davey & Williams，102，103页，图版12，图4，6。

1980 *Homotryblium pallidum*，Bujak et al.，图版1，图1—3。

体圆形至亚圆形，壁二层粒状；从外层伸出20多个板内位突起，突起圆柱形，中空，宽窄可变，其长约等于孢囊的半径，沟区突起较细，远端稍膨大，边缘钝齿，尖齿状或指状，突起基部圆，脱落后形成一环圈；上孢古口，口盖脱落或附着。体大小46—54×36—40μm，突起长18—24μm，宽4—6μm。

比较 被描述标本除突起稍短外，其余特征与模式种一致。

层位 瓯江组。

浅色相似孢囊变异亚种（新亚种） *Homotryblium pallidum* subsp. *variabilis* nov.

（图版 47，图 11，14）

正型 图11，玻片号：Fl33p

体亚圆形至椭圆形；壁薄、两层，表面斑点状或粒状。约26至27个板内位突起从外层伸出；突起直立，管状，中空，宽窄及形状可变；横沟突起位于古口边缘，在赤道处形成一圈宽大，形状可变的突起，有的为圆柱形，有的向远端逐渐膨大呈倒漏斗形；纵沟突起纤细；所有突起远端都张开，边缘锯齿状、锐齿状或波形，突起长度决不超过孢囊长轴的一半；反映板式为4′, 6″, 6c, 6‴, 1P, 1⁗及2—3s；上孢古口。体大小：46—50×33—35μm，突起长12—16μm。

比较 本种突起长不超过长轴的1/2；横沟处突起变异大，有的呈圆柱状，有的呈倒漏斗状与*H. pallidum*有别；而壁薄，细粒至斑点状，纵沟突起纤细与 *H. pallidum* 近似，故定亚种。

层位 同上。

复杂相似孢囊 *Homotryblium plectilum* Drugg & Loeblich, 1967

（图版 46，图 3,9；图版 48，图 1）

1967 *Homotryblium plectilum* Drugg & Loeblich, 184—186页，图版4，图11；图版12，图1，5，7。

体圆形至亚圆形，壁两层，薄，细粒状。具约28个板内位突起；突起管状，中空，远端略膨大，张开，边缘齿状，锐刺状，喇叭状；多数突起上具1—3细肋条；有的标本突起基部有8μm圆圈形的加厚，突起脱落后可见外壁上形成星状或环圈；板式为4′, 6″, 6c, 1a, Is. P, 6‴, 1P, 1⁗；上孢古口，图版46，图9，图版48，图1明显显示沿横沟处孢囊裂成两半。体最大直径46—52μm，突起长18—20μm。

比较 被描述的孢囊突起上具1—3细肋条及突起形状等与产自美国东部渐新统的模式种一致；*H. plectilum*和*H. floripes*突起数目，排列基本相似，两种突起上都有细肋条，但前者突起基部圆滑，脱落后为星状；后者突起基部与体壁融合形成象“花状”图案，据此将两种分开，本种突起上具1—3条细肋，横沟处突起粗壮与*H. tenuispinosum*易分开。

层位 同上。

瓯江相似孢囊（新种） *Homotryblium oujiangense* (sp. nov.)

（图版 47，图 7—10，12，15—17）

正型 图7，玻片号：FL33m

中心体圆形至亚圆形，壁两层，粗粒状；约有22个板内位突起从外层伸出，突起中空，圆柱形，末端略膨大并张开，边缘齿状，锐齿状，沟突起较其它突起略细呈细管状，突起长小于体直径的1/2，一般为体直径的1/3或略多于1/3；上孢古口，将体裂成两半，口盖脱落或附着。体直径40—58μm，突起长16—19μm，宽7—9μm。

比较 本种突起长不超过体直径的1/2，一般约多于体直径的1/3，沟突起细管状非纤细与*H. pallidum*分开。

层位 同上。

细刺相似孢囊 *Homotryblium tenuispinosum* Davey & Williams, 1966

（图版 146，图 8,9；图版 48，图 2—4）

1966 *Homotryblium tenuispinosum* Davey & Williams, 101，102页，图版4，图11；图版12，图1，5，7。
1976 *Homotryblium tenuispinosum*, Eaton, 266页，图版10，图1。

体圆形至亚圆形，壁薄，粒状；突起纤细，直或稍弯，管状，远端张开，边缘锯齿状或波形，纵沟及赤道处（横沟）突起较其它突起纤细，突起长约为体直径的 1/2；上孢古口。体直径42—44μm，突起长22—23μm。

比较 被描述孢囊突起纤细，其长为体直径的1/2，与模式种一致。

层位 瓯江组中、下部。

异突藻科 Areoligeraceae Evitt emend. Sarjeant & Downie, 1966

异突藻囊 *Areoligera* Lejeune-Carpentier, 1938 emend. Williams & Downie, 1966

囊型 *Areoligera senonensis* Lejeune-Carpentier, 1938

属征 刺孢囊，中心体透镜形，具复杂的弓形或直线形的板缘位突起组合；背腹部中央突起或缺失，或大小，数目减少；顶古口，tA型，口盖脱落；反映板式为膝沟藻型。

本属突起远端基本上是孤立的，偶尔（往往在腹部）由横络相连，但不构成象 *Glaphyrocysta* 那样复杂的突起组合；与 *Systematophora* 的区别在于本属中心体透镜体形非亚球形，且背腹中央纹饰缺失或减弱。

赛诺异突藻（比较种） *Areoligera* cf. *senonensis* Lejeune-Carpentier, 1938

（图版 41，图 1，2，9）

1966 *Areoligera* cf. *senonensis* Lejeune-Carpentier, Williams & Downie, 203页，图版25，图6。
1976 *Areoligera* cf. *senonensis*, Eaton, 244页，图版3，图4，5。

中心体透镜形，壁两层，薄；具许多简单而纤细，直或弯曲，远端膨大呈钉头状的突起，基部由低的膜脊连成弓形的板缘位组合，复杂的突起组合在背部及腹部表面发育。体大小58—80 × 48—62μm，突起长16—20μm。

比较 复杂板缘位突起组合在背部及腹部发育，及顶古口$\overline{\text{tA}}$，型与产自英国敦伦粘土层的相似种特征一致。

层位 瓯江组下部。

发状异突藻 *Areoligera medusettiformis* (Wetzel) Lejeune-Carpentier, 1938

（图版 41，图 3，7）

1938 *Areoligera medusettiformis* (Wetzel) Lejeune-Carpentier，图版 5，图 7。

1976 *Areoligera medusettiformis*, Eaton, 245页，图版3，图3。

中心体透镜形；表面粒状，具大量纤细的远端膨大，近极由低的膜脊将突起连成弓形的板缘位突起组合；复杂突起组合仅在背部发育；顶古口。体大小 74—78×52—58μm，突起长8—10μm。

比较 被描述孢囊具复杂突起的板缘位组合仅在背部发育与模式种特征一致。

层位 瓯江组中部。

多刺异突藻（比较种） *Areoligera* cf. *sentosa* Eaton, 1976

（图版 41，图 6，8）

体背腹挤压，表面细粒状；体近圆形，可能有两个底突起所致；背腹表面具帆状的膜，帆的远极边缘缺刻状，此缺刻边缘上复有尖的刺，腹部膜限于孢囊的周边带，平行于或位于靠近孢囊体的边缘；背部膜形成复杂的突起组合，在沟前，沟后带为拱形（arcuate），鞋形（soleate），环形（annular）；横沟区可能为线形；在底区可能为环形。顶古口，四板片，口盖脱落或附着。体大小68—72×56—58μm，帆膜高12—14μm。

比较 被描述的孢囊帆状的膜不如模式种（Eaton 246页，图版4，图1，2；图版5，图1，3）发育，因而定为相似种。

层位 同上。

波形异突藻 *Areoligera undulata* Eaton 1976

（图版 42，图 2）

1976 *Areoligera undulata* Eaton, 248, 249页，图版4，图4，6；图版5，图2,4。

1980 *Areoligera undulata*, Bujak et al., 图版9，图7，8。

1978 *Glaphyrocysta? undulata* (Eaton) Stover & Evitt, 50页。

孢囊背腹挤压；体透镜形，表面粒状；背腹表面具帆状的膜，膜的远极边缘波形，腹部膜限于孢囊的周边带，平行于或位于靠近孢囊体的边缘；背部膜形成复杂的突起组合，位于沟前，沟后带的可能是拱形，鞋形或环形，横沟处可能是线形，底区可能为环形；顶古口，口盖脱落。体大小78×68μm，膜帆高22μm。

比较 本种背腹表面具帆状膜，膜的远极边缘波形与*A. sentosa*区别。

层位 瓯江组中、上部。

瓣膜藻属 *Chiropteridium* Gocht, 1960

属型 *Chiropteridium lobospinosum* Gocht, 1960

属征 刺孢囊，体透镜形，表面光滑或具微弱装饰；突起沿体背、腹边缘排列，背部中央突起孤立或部分纵向排列呈行；突起近极相连，远端为不规则的缺刻或复杂的分枝；顶及底突起可能较其它突起长，腹部突起大小及数目减弱；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型。

棘刺瓣膜藻 *Chiropteridium mespilanum* (Maier) Lentin & Williams, 1973

（图版 43，图 9）

1959 *Galea mespilana* Maier, 306, 307页，图版29，图5，6。

1964 *Baltisphaeridium mespilanum* (Maier) Sarjeant, 176页。

1973 *Chiropteridium mespilanum* (Maier) Lentin & Williams, 26页。

体亚圆形，壁两层，粒状；突起趋向于沿背，腹边缘排列，其形状，大小可变，有的呈薄片状、细管状或树枝状，远端略膨大呈复杂的分枝或不规则的缺刻，突起的近极由一脊条相连；腹部中央纹饰减弱；顶古口，口盖脱落。体直径68μm，突起长12—24μm。

比较 本种突起形状，大小变异较大，趋向于沿背，腹边缘排列，其近极都由一脊条相连，腹部中央纹饰减弱与模式种特征一致。

层位 瓯江组。

华美藻属 *Glaphyrocysta* Stover & Evitt, 1978

分开华美藻 *Glaphyrocysta divaricata* (Williams & Downie) Stover & Evitt 1978

(图版 49，图 4)

1966 *Cyclonephelium divaricatum* Williams & Downie, 223页，图版25，图1。

1978 *Glaphyrocysta divaricata* (Williams & Downie) Stover & Evitt, 50页。

体椭圆形，壁薄，粒状；具许多长度大致相等的带形突起，实心，直或弯曲，远端分叉或不分叉，多数被细的横络或穿孔的膜相连，少数突起孤立呈棒状，近极由细脊条相连呈环形复杂的组合；背腹中部无突起；顶古口，口盖附着。体大小 76×58μm，突起长 24—27μm。

比较 被描述的孢囊除外壁不是细网外，其余特征与模式种一致。

层位 瓯江组中部。

帕斯华美藻 *Glaphyrocysta pastielsi* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 1978

(图版 49，图 2，3；图版 50，图 3，6)

1948 *Membranilarnax* cf. *liradiscoides* Wetzel, Pastiels, 47页，图版5，图15。

1966 *Cyclonephelium pastielsi*, Williams & Downie, 227页，图版25，图2。

1978 *Glaphyrocysta pastielsi* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 50页。

体圆形至亚圆形；壁细粒状；具许多带状，实心的突起，远端被纤细的横络连成复杂的突起组合，近极被纤细的横络连成环形的突起组合，背腹部中央无突起；顶古口，口盖附着。体直径74—80μm，突起长28—34μm。

比较 被描述的标本突起特征及体直径与 Williams & Downie 从英国敦伦粘土层描述的标本相似。

层位 瓯江组下部。

繁茂华美藻 *Glaphyrocysta exuberans* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 1978

(图版 46，图 12)

1955 *Cyclonephelium exuberans* Deflandre & Cookson, 285页。

1978 *Glaphyrophyta exuberans* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 50页。

1981 *Glaphyrocysta exuberans*, 中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等, 63页, 图版32, 图14—16。

层位 瓯江组中、下部。

石藻科 Lithodiniaceae Norris, 1978

同形藻属 *Schematophora* Deflandre & Cookson, 1955

属型 *Schematophora speciosa* Deflandre & Cookson emend. Stover, 1975

属征 贴近刺孢囊，圆形至亚圆形，壁两层，板缘位脊条光滑或有细装饰，偶有穿孔，其高度近一致，冠脊光滑至锯齿状，板式由完整偶而不完整的板缘位脊条显示，为漆沟藻型，横沟缺失脊条；顶古口，$\overline{tA}$型。

本属横沟处不具板缘位突起与 *Alisocysta* 区别；又以具多数完整的板缘位脊条与具不完整的板缘位脊的*Hemiplacophora*区别。

美丽同形藻 *Schematophora speciosa* Deflandre & Cookson, 1955 emend. Stover, 1975

（图版 39，图 1，4；图版 41，图 5）

1955 *Schematophora speciosa* Deflandre & Cookson, 262页，图版1，图9，10；图版2，图1—5。

1975 *Schematophora speciosa* Deflandre & Cookson, emend. Stover, 39—40页。

体圆形至亚圆形，壁两层，厚约1.5μm，从外层伸出高度大致相等的板缘位脊条，其上为粒状；板式为漆沟藻型，由完整，偶尔不完整的板缘位突起显示；横沟宽，沟底浅，以细脊条为界，沟前，沟后板片近长方形，角宽圆，远端不平整或细齿状，底板片较其它板片大，腹沟处板片不完整；顶古口，口盖附着。体直径60—70μm。

比较 被描述孢囊具高度大致相等的板缘位脊条，板式由完整，偶尔不完整的板缘位突起显示等特征与产自澳大利亚始新统的模式种一致。

层位 瓯江组中、下部。

巴堤阿卡藻科 Batiacasphaeraceae Dörhöfer & Davies, 1979

巴堤阿卡藻属 *Batiacasphaera* Drugg, 1970

属型 *Batiacasphaera Compta* Drugg, 1970

属征 孢囊亚圆形，单层壁，具分离或融合，分布均匀的多类型纹饰，纹饰一般较细；没有隔板，刺或突起显示；顶古口，$\overline{tA}$型，口盖脱落。

本属有分离或融合的低装饰，顶古口与 *Chytroeisphaeridia*（具沟前古口）明显区别开；又以口盖脱落与*Kallosphaeridium*分开。

扁壶巴堤阿卡藻 *Batiacasphaera explanata* (Bujak) Islam, 1983

（图版 51，图 1）

1980 *Chytroeisphaeridia explanata* Bujak, 44页，图版13，图13，14。

1983 *Batiacasphaera explanata* (Bujak) Islam, 235页。

孢囊宽椭圆形，单层壁，表面斑点状，具较多次生的褶皱；顶古口，四板片。孢囊长86μm，宽68μm。

比较 本种壁结构及古口与Islam（1983）联合种特征一致。

层位 瓯江组上部。

小乳头巴堤阿卡藻 *Batiacasphaera micropapillata* Stover, 1977

（图版 51，图 6）

1977 *Batiacasphaera micropapillata* Stover, 73页，图版 1，图7，8。

孢囊亚圆形，单层壁，薄，厚约0.5μm，具较均一的粒状纹饰；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型，口盖脱落，沿孢囊边缘有次生褶皱。孢囊大小：44×38μm。

比较 被描述孢囊表面装饰及古口等特征与模式种一致。

层位 玉泉组及瓯江组上部。

赛诺藻科 Senoniasphaeraceae Norris, 1978

赛诺藻属 *Senoniasphaera* Clarke & Verdier, 1967

属型 *Senoniasphaera protrusa* Clarke & Verdier, 1967

属征 贴近孢囊，周腔状，透镜形至压扁的多甲藻形；侧突可能存在，板式很可能为漆沟藻型，不完整地以缝脊显示；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型，纵沟缺刻偏向一边，口盖脱落。

本属具漆沟藻属板式，部分外腔和侧腔具乳头状构造及具顶古口与 *Membranophoridium* 易区别，又以具周腔与腔仅限于腹部的*Renidinium*分开。

无饰赛诺藻（相似种） *Senoniasphaera* cf. *inornata* (Drugg) Stover & Evitt, 1978

（图版 38，图 11）

孢囊大小：66×60μm。

比较 被描述孢囊周腔状；顶古口，$\overline{\text{tA}}$型，口盖脱落等特征与模式种一致，唯表面具粒纹与之有别，定为相似种。

层位 灵峰组。

德弗兰藻亚目 Deflandreineae Eisenack emend. Norris, 1978

德弗兰藻科 Deflandreaceae Eisenack emend. Sarjeant & Downie, 1974

三板藻属 *Trithyrodinium* Drugg emend. Lentin & Williams, 1976

层型 *Trithyrodinium evittii* Drugg, 1967

属征 近似腔孢囊，壁两层，内体亚球形被一外层包围，由外层伸出一短的顶角和两个发育不佳，几乎相等的底角；间古口，由失去 3 块居间板片而成，板式可能有显示。

本属具 3 块居间板片，非一块居间板片与德弗兰藻属区别。

艾氏三板藻（比较种） *Trithyrodinium* cf. *evittii* Drugg, 1967

（图版 38，图 7）

孢囊背腹挤压，多甲藻形；壁两层，外层薄，包围内体并延伸出一轮廓近三角形的顶角，远端钝，底角小，两个长短不等；内体球形至椭球形几乎充满腔，除顶及底角外，两层壁几乎紧贴，体壁厚约 0.5—1μm，表面光滑或粒状；横沟微显示或不清；古口不清。孢囊大小：67—72×26—35μm，内体大小50—60×33—34μm，顶角长 8—12μm，底角长 7—8μm。

比较 被描述孢囊除古口显示不清外，其余特征与产自美国古新统（Drugg 1967，20页，图版3，图2，3；图版9，图2）的模式种相似。

层位 灵峰组。

韦策藻科 Wetzeliellaceae Vozzhennikova 1961

克西诺维藻属 *Kisselovia* Vozzhennikova, 1963 emend. Lentin & Williams, 1976

属型 *Kisselovia ornata* Vozzhennikova, 1967

属征 贴近至贴近刺孢囊，周腔状，压扁多甲藻形；典型的具一顶角，两个侧角，两个底角，一些标本底及侧角或退化或缺失；外层一般具管状，偶而为实心的突起，它们在板内呈簇状排列或沿板缘排列成行，突起群远端相连或被上层覆盖，板式可能为多甲藻型；间古口，四方形，即失去 1 块间板片面成，古口指数小于0.5。

本属具板内突起群，远极被上层覆盖，其轮廓接近板片形状，以此与突起远端不相连或不被上层覆盖的*Wetzeliella*分开。

薄鞘克西诺维藻 *Kisselovia coleothrypta* (Williams & Downie) Lentin & Williams, 1976

（图版 52，图 4，8；图版 53，图 1，2，5）

1966 *Wetzeliella coleothrypta* Williams & Downie, 185页，图版18，图8，9。

1976 *Wetzeliella coleothrypta*, Eaton, 300, 301页，图版18，图 4。

孢囊五边形，周腔状；具一远端钝的顶角，两个侧角及两个不等长的底角；从外层伸出中空，简单，偶有分叉，沿板缘或板内位排列的突起，其轮廓与下伏板片轮廓相似，突起远端被一薄的上层相连；间古口，近方形，由失去2a板片面成。孢囊外腔大小：100—120×110—120μm，内体直径70—78μm。

比较 被描述孢囊突起远端被薄的上层相连，突起排列的轮廓与下伏板片相似，间古口等特征与模式种一致。

层位 瓯江组中部。

网纹克西诺维藻 *Kisselovia reticulata* (Williams & Downie) Lentin & Williams, 1976

（图版 52，图 1，1a）

1966 *Wetzeliella reticulata* Williams & Downie, 187页，图版19，图3，6。

1976 *Kisselovia reticulata* (Williams & Downie) Lentin & Williams, 136页。

孢囊五边形，具一顶角，两个发育的侧角及两个不等长的底角，左边一个较右边长；外腔整个包围内体，突起中空、纤细与周腔相连，突起从板片内或板缘伸出；每一个复杂的突起组合，远端被细横络连成复杂的网，其轮廓与下伏的板片大体一致；古口存在时为间古口。孢囊外腔大小130×138μm，内体84×86μm。

比较 被描述的孢囊突起远端被细横络连成复杂的网，其轮廓与下伏板片大体一致与模式种大体一致。

层位 瓯江组中、下部。

细条克西诺维藻 *Kisselovia tenuivirgula* (Williams & Downie) Lentin & Williams 1976

(图版52，图2，3，6；图版53，图3，4)

1966 *Wetzeliella tenuivirgula* Williams & Downie, 188页，图版19，图2，4。

1976 *Wetzeliella tenuivirgula*, Eaton, 303页，图版20，图1，2。

1976 *Kisselovia tenuivirgula* (Williams & Downie) Lentin & Williams, 136页。

完整的标本轮廓五边形，周腔状，具一个发育的顶角，两个侧角及左边比右边稍小的两个底角；内体轮廓圆形或亚圆形；突起纤细，中空，分叉或不分叉，沿板缘或整个板片排列成复杂的突起组合，远端拉长被薄的横络相连，有时横络只将邻近的突起组合相连，给以不完整网纹图案；间古口，近四方形，口盖脱落。孢囊外腔大小：110—130×110—120μm，内体大小78—82×70—80μm。

比较 本种每个复杂突起组合的远端被细横络连成疏松不甚完整的网，而 *K. reticulata*的每一个复杂突起组合的远端，被细横络连成复杂的网，以此来区别。

层位 同上。

韦策藻属 *Wetzeliella* Eisenack, 1938 emend. Lentin & Williams, 1976

属型 *Wetzeliella articulata* Eisenack, 1938

属征 贴近刺孢囊，角腔状至周腔状；挤压后轮廓为典型多甲藻形，具一顶角，两个侧角及两个底角，有时底角减弱或缺失；从外层伸出短而分离的，偶有简单分叉的管状突起，少数突起实心，突起为非板式或板内位或两类同时存在；反映板式为多甲藻型或仅由古口显示；间古口，四方形，典型1/1，古口指数小于0.5，口盖脱落。

本属具突起，与*Rhombodinium* 易区别；突起远端不为上层联合或覆盖，与*Kisselovia*分开。

星形韦策藻（比较种） *Wetzeliella* cf. *astra* Costa et al., 1978

(图版 38，图 5)

孢囊为不规整的五边形，具一顶角，两个不发育的侧角及两个不等长的底角，每一个

都可退化；内体亚圆形，壁薄几乎充满外腔；内、外层分离呈窄周腔；从外层伸出较多的突起，中空，远端膨大呈钉头形并张开，突起沿板缘排列；间古口不清。孢囊大小：80×66μm，突起长8—10μm。

比较 被描述孢囊个体小，窄周腔状，突起远端膨大呈钉头形，角突起小与模式种（Costa et al. 263页，图2）相似，唯古口不清。

层位 灵峰组。

粗壮韦策藻（新种） *Wetzeliella robosta* (sp. nov.)

（图版 54，图 1，4；图版 55，图1，2，6）

正型 图版54，图1，玻片号：Cn32（四）

孢囊背腹挤压，多甲藻形，角腔至窄腔状；顶角粗壮，轮廓三角形，末端钝圆，侧角宽短，末端截形或减弱呈三角形，其上有几个短小的突起，底角两个，长短不等，右边一个短小或微发育，左边一个粗壮，呈长棒状，往底部延伸，其上有2至3对小突起，向末端突起变得短小；内体椭圆形，充满外腔，只在角部两层分离明显，内层厚约0.5μm，光滑或粒状；由外层伸出纤细的远端略膨大呈头状的突起，突起中空，非板内位排列；间古口，四方形，角部钝圆，口盖脱落。孢囊外腔大小：144—158×100—114μm，顶角长31—33μm，左底角长33—37μm，右底角长10—17μm；内体大小70—84×70—72μm；正型孢囊外腔大小146×114μm，内体大小84×70μm，突起长14—20μm。

比较 新种为伸长的五边形，长明显大于宽，顶角粗壮，左底角粗壮呈长棒形与 *W. articulata* 为孢囊长与宽近相等的五边形，底角，顶角不如新种发育，易将两种分开。

层位 瓯江组中部。

退化韦策藻（新种） *Wetzeliella degenerata* (sp. nov.)

（图版 54，图 2，3）

正型 图2，玻片号：Cn33(—)

孢囊背腹挤压，轮廓长椭圆形，长约为宽的一倍，角腔状；顶角大而明显，亚三角形或宽锐柱形，远端有一顶孔，两个侧角强烈退化，或由赤道部位外层微突出来显示，底角两个发育不等，左边一个发育，呈粗棒状，右边一个微发育；内体长椭圆形，几乎充满整个外腔，仅在顶、底两层分离明显，外壁厚0.5μm，表面光滑至斑点状；突起非板内位、中空，纤细，分离，直或弯曲，基部略膨大并与外腔沟通，远端头状，闭合；间古口，四方形，口盖脱落或附着。孢囊外腔大小：130—160×76—80μm；内体大小68—90×68—74μm；正型外腔大小160×80μm，内体大小90×74μm，突起长12—20μm。

比较 新种轮廓长椭圆形，沿纵轴方向延伸，长为宽的一倍，侧角退化与属内已知种明显区别。

层位 同上。

卵形韦策藻 *Wetzeliella ovalis* Eisenack, 1954

（图版 54，图 5,6）

1954 *Wetzeliella ovalis* Eisenack, 59页，图版 8，图1—7。

1966 *Wetzeliella ovalis*, Williams & Downie, 192, 193页，图版18，图10。

孢囊轮廓五边形，顶角三角形，具两个侧角及两个短小的底角，左边一个较右边长；内体几乎充满外腔；外壁两层，光滑，从外层伸出简单而中空，长度大致相等的突起，突起远端二分叉呈锐刺状，张开；间古口，四方形，口盖脱落。孢囊外腔大小：90×84μm，内体大小66×62μm。

比较 被描述内体卵圆形，突起大致相等，远端二分叉呈锐刺状，更接近 Williams & Downie始新统描述的标本。

层位 瓯江组中、下部。

节状韦策藻 *Wetzeliella articulata* Eisenack, 1938

（图版 56，图 3,5）

1938 *Wetzeltella articulata* Eisenack, 186页，图版 4 。

1976 *Wetzeliella articulata*, Eaton, 300页，图版18，图 3 。

背腹挤压，轮廓五边形，具一个顶角，两个侧角及两个发育不等的底角，右边一个不甚发育；内体椭圆形，几乎充满外腔，体壁粒状，突起细长，中空，远端分叉或不分叉，分布在整个外层，非板内位突起；角部远端突起短小；间古口，四方形，角钝圆，口盖脱落。孢囊外腔大小：120—126×100—110μm，内体大小：72—80×68—70μm（包括突起）。

比较 从孢囊轮廓，发育的顶，底角及两个侧角，突起特征及古口形状本描述标本与模式种类似，为突起为非板内位排列稍有差异。

层位 同上。

新月形韦策藻 *Wetzeliella lunaris* Gocht, 1969

（图版 55，图 9）

1969 *Wetzeliella lunaris* Gocht, 13页，图版10，图1—3。

1976 *Wetzeliella lunaris*, Eaton, 302页，图版19，图2。

孢囊轮廓五边形，具一个呈倒扩张形的顶角，两个发育的侧角及两个发育不等的底角，其中一个退化；内体球形，几乎充满外腔仅与外层呈窄腔状分离；突起纤细，中空，远端略细，末端头状，为排列较杂乱的非板式突起；间古口。孢囊外腔大小170×118（包括角）μm，内体直径65μm。

比较 被描述的孢囊具发育的角突起，内体充满外腔，使孢囊呈窄的周腔状，间古口，四方形等特征与模式种一致，唯突起较模式种细长。

层位 瓯江组中部。

新月形韦策藻（比较种） *Wetzeliella* cf. *lunaris* Gocht, 1969

（图版 55，图 7；图版 56，图 1,2）

孢囊背腹挤压，轮廓五边形，角腔式或周腔式；具一顶角，两个侧角，两个底角，左边一个不甚发育；内体椭圆形，几乎充满外腔，纤细，中空的突起从外层伸出，除角部较短外，其它长短近相等；间古口，口盖脱落，孢囊外腔大小：128—130×110—120μm（包括顶，底角），内体大小：74—86×60—70μm。

比较 正模标本内体为圆形，两个底角，其中左边一个强烈退化，突起短，因此被描述的标本定为相似种。

层位 同上。

梅克费韦策藻 *Wetzeliella meckelfeldensis* Gocht, 1969

(图版 56，图 6)

1969 *Wetzeliella meckelfeldensis* Gocht, 15页，图版10，图12—15。

1976 *Wetzeliella meckelfeldensis*, Eaton, 302页，图版19，图 5 。

孢囊菱形至不规整四边形；具一个顶角，两个侧角，一底角，顶，底角长短大致相等，几乎在同一中线位置，两侧角较短；内体圆形，充满外腔使呈角腔式，表面斑点状；由外层伸出直或弯曲，分离的突起，有的突起远端稍膨大呈头状，有的二分叉，顶，底角突起短小；间古口，四方形。孢囊外腔大小：136×98μm（包括顶，底角），内体大小80×70μm。

比较 该种轮廓菱形，具四个大致等长的顶，侧角，底角和由外层伸出的远端锐刺状，有时二分叉的突起，被描述的孢囊四个角略不等长，侧角短小，突起末端偶见二分叉，但主要特征相同。

层位 瓯江组中、下部。

柔弱韦策藻（新种） *Wetzeliella flexibilis* (sp. nov.)

(图版 57，图 1—3)

正型 图 2，玻片号：Cn32（四）

孢囊背腹挤压，轮廓五边形，具一锥形顶角，末端有一孔，侧角两个位于孢囊两侧的赤道部位，底角两个，左边一个发育呈棒状，右边一个微发育；内体近圆形，充满外腔，仅留有极窄的周腔，表面光滑或斑点状；突起从外层伸出，细，柔弱，容易折曲，基部略膨大呈头状，与外腔不沟通，末端分叉呈锐刺状，张开，角部突起短小；间古口，四方形，口盖脱落。孢囊外腔大小128—130×124—126μm，内体直径72—78μm；正型外腔大小：128×126μm，内体直径78μm，突起长12—14μm。

比较 新种窄腔至角腔状，内体近圆形，右边底角微发育及孢囊轮廓与*W. lunaris*相似，新种突起细长，其长约为内体直径的 1/5，而 *W. lunaris* 突起短（仅为内体直径的 1/11），柔弱易弯曲，末端并分叉两种可区别。

层位 瓯江组中、下部。

不发育韦策藻（新种） *Wetzeliella abortiva* (sp. nov.)

(图版 56，图 4；图版 57，图 4)

正型 图版56，图4，玻片号：Cn33（一）

孢囊背腹挤压，五边形至菱形；顶角粗壮，三角形或锥形，末端有一圆形顶孔，侧角两个，发育，左底角较发育，三角形或棒形，右底角退化，由 3 至 4 个刺状突起显示；内体近圆形至菱形，充满外腔，呈窄腔状，表面光滑至斑点状；从外层伸出直或微弯的突起，突起少而稀疏，基部膨大与外腔沟通，末端呈头状，角部无突起或突起短小；间古

口，正四方形，角部圆，口盖脱落后附在下孢囊处。

孢囊外壁大小：130—140×130—136μm（包括顶，底角），内体大小：118—130×124—126μm；正型外壁大小：140×130μm，内体大小：130×126μm，突起长11—14μm。

比较 新种以一底角退化，由3至4个刺状突起显示与具四个角，底角仅一个，顶，底角几乎在同一中线位置的*W. meckelfeldensis*区别；由外层伸出的突起少，分布稀疏使新种又与突起多而密，其中一个底角虽减弱但并不形成3至4个刺状突起的*W. lunaris*分别。

层位 瓯江组中部。

戈赫特藻属 *Gochtodinium* Bujak, 1979

属型 *Gochtodinium simplex* Bujak, 1979

属征 孢囊轮廓菱形，顶圆或拉长呈一短的顶角，具两个相等的侧角或侧角衰退，底角两个发育不等，左边一个较长，右边一个退化或缺失；上、下孢相等，或下孢大于上孢；内体圆形，卵圆形或菱形，有时缺失内体；外壁分离或仅限于角部呈角腔状；许多非板内位突起从外层伸出，简单或分叉，基部张开，远端圆，锐圆形或乳头状，闭合；表面光滑或粒状；横沟稍螺旋；间古口，四方形或鞋形，由失去2a的前间板片而成。

本属具突起与*Rhombodinium*分开；又以具锐刺状突起及鞋形古口与*Apectodinium*, *Kisselovia*, *Wetzeliella*及*Wilsonidium*等属区别。

拱顶戈赫特藻（新种） *Gochtodinium fornicalis* (sp. nov.)

（图版58，图1，3）

正型 图1，玻片号：Cn36（三）

孢囊轮廓五边形，周腔状；顶角不明显，远端圆钝似拱顶状，侧角两个，宽而扁平，近半圆形或亚三角形；内体宽椭圆形，表面细粒状，外壁光滑或斑点状；突起短小，基部与体沟通，远端关闭，分布稀疏，又多集中在内体，外壁减弱，角部无突起或突起明显减弱，横沟处突起较长；横沟窄，稍螺旋，沟底浅，沟边以细脊为界，并将孢囊分成上、下不相等的两个部份，往往是下孢大于上孢；间古口，四方形，由失去2a间板片而成。

孢囊外壁大小：108—122×94—120μm，内体大小：80—96×94—80μm，突起长2—3μm，横沟处突起长5μm；正型外壁大小：122×120μm，内体大小：96×94μm。

比较 新种轮廓与*G. spinula*类似，又以孢囊纵向拉长，体宽椭圆形，角部无突起或突起减弱非刺状与之易区别。

层位 瓯江组中、下部。

三角戈赫特藻（新种） *Gochtodinium triangulatum* (sp. nov.)

（图版58，图2，5，8）

正型 图2，玻片号：Cn26

孢囊纵向拉长，背腹挤压，多甲藻形或五边形；顶角大，圆锥形或三角形；侧角两个，较发育；底角两个，左边一个发育，右边一个减弱；内体宽椭圆形或卵形，壁厚0.5—1μm，粗粒状；内、外层分离呈周窄状；突起短小，中空，基部膨大与外壁沟通，远端

钝或略锐，关闭，突起非板内位杂乱排列或沿板缘位排列；横沟稍螺旋，宽约7—8μm，此处突起较其它部位长，沟边以细脊为界；间古口，四方形，角浑圆，由失去间2a板片而成。

孢囊外腔大小：110—138×100—118μm，内体大小：84—96×82—84μm；正型外腔大小：124×118μm，内体大小：86×84μm。

比较 新种顶角三角形，外壁粗粒状与拱顶戈赫特藻分开；以长明显大于宽，内体椭圆形，顶角三角形与*G. spinula* Bujak区别。

层位 瓯江组中部。

菱形藻属 *Rhombodinium* Gocht, 1955 emend, Bujak, 1979

属型 *Rhombodinium draco* Gocht, 1955

属征 孢囊轮廓菱形，周腔状，具一个顶角，两个侧角及底角两个，大小不等，其中一个退化或缺失；横沟发育或微微显示或仅由侧角显示；内体卵圆形至四方形；外壁光滑或细粒；间古口，鞋形，由失去间2a板片而成，外腔口盖沿着前面Q_1边缘附着，内间古口与外腔间古口形状，大小一致，内口盖也沿前面Q_1边附着。

本属外壁光滑或具低装饰与其它属区别。

龙菱形藻 *Rhombodinium draco* Gocht, 1955

（图版 58、图 6）

1952 *Wetzeliella* sp., Gocht, 315页，图版2，图41。

1955 *Rhombodinium draco* Gocht, 85页。

1979 *Rhombodinium draco*, Bujak, 314页，图版1，图1,2,4；图版2，图12；插图4A，8A。

比较 标本破损，但间古口仍清晰可见，两个底角发育不等，有一侧角破损，顶角不清，内体椭圆形，表面为粒状纹饰与*Rhombodinium draco*一致。

层位 瓯江组中部。

超多甲藻科 Rhthanoperidiniaceae Drugg & Loeblich, 1967

超多甲藻属 *Phthanoperidinium* Drugg & Loeblich, 1967

属型 *Phthanoperidinium amoenum* Drugg & Loeblich, 1967

属征 贴近孢囊，亚球形至椭球形，常具一短的顶角及一底角，反映板式为多甲藻型，基本上由板缘位或板内位的缝脊显示；间古口，由失去间2a板片而成。

本属间古口由失去2a间板片而成与失去3块间板片的*Ginginodinium*区别。

喜悦超多甲藻 *Phthanoperidinium amoenum* Drugg & Loehlich, 1967

（图版 41，图 12）

1967 *Phthanoperidinium amoenum* Drugg & Loeblich, 182，183页，图版1，图1—5，插图Ⅰa—e。

孢囊大小：47×48μm。

比较 被描述孢囊具一短小顶角，无底角；缝脊低，细齿状，反映多甲藻属板式；横沟稍螺旋与产自美国渐新统的模式种类似，唯间古口不清。

层位 瓯江组中、上部。

刺纹超多甲藻 *Phthanoperidinium echinatum* Eaton, 1976

(图版 51，图 22)

1976 *Phthanoperidinium echinatum* Eaton, 298, 299页，图版17，图8，9，11，插图23B。

孢囊大小：36×26μm，突起长2—3μm。

比较 被描述的孢囊五边形，顶角短小，板缘位具细的突起，末端呈头状，将孢囊分成若干板片；间古口等特征与模式种一致。

层位 瓯江组。

双层超多甲藻 *Phthanoperidinium geminatum* Bujak, 1980

(图版 51，图 13，14)

1980 *Phthanoperidinium geminatum* Bujak, 72, 74页，图版19，图8—12，插图20d，20A。

孢囊大小：40—42×30—32μm。

比较 被描述孢囊卵圆形，具一小的顶角，两个不相等的底角，右边一个强烈退化；缝脊低，由颗粒沿板缘排列而成；间古口，（失去2a板片而成）等与产自英国上始新统的模式种一致。

层位 瓯江组中、上部。

多刺超多甲藻 *Phthanoperidinium multispinum* Bujak, 1980

(图版 41，图 11；图版 50，图 4；图版 51，图 5，15，16，19)

1980 *Phthanoperidinium multispinum* Bujak, 74页，图版19，图17—19，插图20F。

孢囊大小：34—46×32—36μm（包括顶、底角），突起长4—6μm。

比较 被描述的孢囊卵圆形，顶角小，底角两个长短不等；缝脊低，刺纹沿板缘排列，反映多甲藻属板式；横沟稍螺旋，间古口等特征与模式种相似。

层位 瓯江组。

卵甲藻科 Cvoidiniaceae Norris 1978

子囊藻属 *Ascodinium* Cookson & Eisenack, 1960 emend. Helenes, 1983

属型 *Ascodinium acrophorum* Cookson & Eisenack, 1960

属征 贴近孢囊，具或不具顶角或底角；薄的外层包围着近圆形至卵圆形的内体，体壁较厚；内、外层接触关系可变，因此孢囊可能是双腔状、周腔状或为不规则，不连续的腔状；板式可能为多甲藻型，由古口，微发育的横沟及不完整的缝脊痕迹显示；联合古口（tAtI）。

本属以联合古口与具沟前古口的*Chytroeisphaeridia*及原层壁，具顶古口的*Fromea*等属分开。

灵峰子囊藻（新种） *Ascodinium lingfengense* (sp. nov.)

(图版 38，图 9，10)

正型 图10，玻片号：Li8j

孢囊背腹挤压，宽椭圆形；外层薄，包围内体，内、外层分离呈周腔状，双腔状；内体椭圆形至近圆形，体壁明显厚于外层，表面粗粒状；板式仅由古口显示；联合古口，由失去顶和间系列板片而成。孢囊外腔大小：58—68×76—82μm，内体大小：40—62×50—64μm；正型孢囊外腔大小：66×60μm，内体大小：57×49μm。

比较 新种以粗粒纹饰及轮廓与*A. scabrosum*及*A. verrucosum*等种区别。

层位 灵峰组。

球形子囊藻（新种） *Ascodinium orbiculatum* (sp. nov.)

(图版 38，图 12，13)

正型 图12，玻片号：Li8j

孢囊轮廓圆形至亚圆形，周腔状或双腔状；顶角不发育，微微隆起，底角两个，发育不等，由背腹中部外层往后延伸成两个近半椭圆形的底角；内体球形，内层厚于外层，表面具均匀的粒纹；在近顶部或前间系附近有一条细的脊条或一新月型褶皱，也许代表古口的位置。孢囊大小：56—64×54—62μm，内体最大直径50—55μm；正型孢囊大小：52×60μm，内体直径46μm。

比较 新种顶角不发育，底角两个形状不等，内体球形，近顶处及居间处有褶皱（可能显示古口的位置）与灵峰子囊种分开。

层位 同上。

位置未定的亚目 Suborders Incertae

角藻科 Ceratocoryaceae Stein 1883

海藻亚科 Thalassiphoroideae Gocht emend. Sarjeant, Downie stat nov. Norris, 1978

海藻属 *Thalassiphora* Eisenack & Gocht, 1960

属型 *Thalassiphora pelagica* (Eisenack) Eisenack & Gocht, 1960

属征 贴近腔孢囊，内体亚圆形，外孢囊亚圆形至透镜体形，背部内、外层紧贴，其它地区两层分离呈窄或宽的腔；板式仅由古口显示或由低的不明显的缝脊显示；沟前古口，P型；横沟一般不显示或由背部低的脊条或褶皱显示。

本属内、外层在背部紧贴，其它地区分离呈腔状，而 *Stephodinium* 内、外层在背部分离呈腔状，其它地区两层紧贴，具明显的带状横沟，使两属明显分开。

纤细海藻 *Thalassiphora delicata* Williams & Downie, 1966 emend. Eaton, 1976

(图版 42，图 3,6)

1966 *Thalassiphora delicata* Williams & Downie, 235页，图版26，图8。

1976 *Thalassiphora delicata* Williams & Downie 1966 emend. Eaton, 287, 288页，图版16，图1—3，插图18，20。

孢囊大小：76×78—104—110μm，内体大小：38—48×52—58μm。

比较 被描述孢囊宽椭圆形，除背部中央的、外紧贴外，其它部分明显分离呈腔状；内体近圆形，壁薄，有时沿体边缘有低的细脊条，呈得体壁较厚（图版42，图3）；沟前古口，由失去板片3″而成等特征与产自英国始新统的标本一致。

层位 瓯江组下部。

始新海藻（新种） *Thalassiphora eocenica* (sp. nov.)

(图版 43，图 1，3，6)

正型 图3，玻片号：Cn22(一)

圆孢囊圆形至亚圆形，外层薄，透明，柔弱；内、外层在背部中央紧贴外，其它地区两层明显分离呈腔状；内体近圆形，光滑；外层具宽而低的脊条，脊条纤维状呈弓形，将孢囊分成若干板片，反映板式为4′，1a，5″，4c，5‴，1P，1⁗；沟前古口大，近方形，由失去沟前 3″板片而成（见图 3）。孢囊直径96—100μm，内体直径 70—80μm；正型孢囊直径100μm，内体直径75μm。

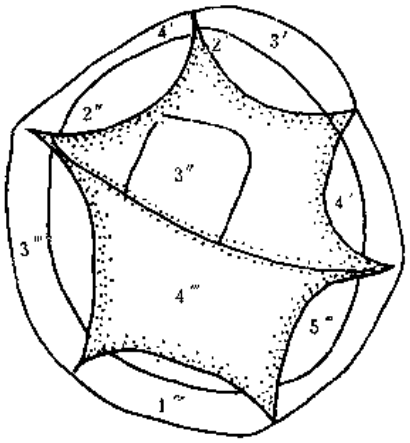


图 3

比较 新种内体大，外层具纤维状的缝脊，缝脊低，呈弓形；沟前古口大与属内已知种分别。

层位 瓯江组上部。

龙骨海藻 *Thalassiphora pelagica* (Eisenack) Eisenack & Gocht, 1960 emend. Benedek & Gocht, 1981

(图版 42，图 1，5)

1954 *Pterospermopsis pelagica* Eisenack，71页，图版12，图17，18。

1960 *Thalassiphora pelagica* (Eisenack) Eisenack & Gocht，513页，插图1—3。

1981 *Thalassiphora pelagica*, Benedek & Gocht，59—61页。

层位 瓯江组。

疑源类 Acritarchs

单眼藻属 *Cyclopsiella* Drugg & Loeblich, 1967

小单眼藻 *Cyclopsiella minor* (sp. nov.)

(图版 51，图 21，23)

正型 图23，玻片号：F133(2)

孢囊轮廓椭圆形；壁两层，外层膜状，宽约3—4μm，边缘不平整，包围内体；内层厚1—1.5μm，内体椭圆形，表面为低平的小瘤，直径约1.5μm；在顶部之下有一圆形开口，边缘有一圈加厚，其直径为7—8μm，口盖脱落。大小：40—44×35—38μm；正型大小：

44×38μm。

比较 新种个体小，具小瘤纹与*C. granulata*分开，以外层宽，表面为小瘤，无赤道横褶与*C. vieta*分开。

层位 瓯江组下部。

颗粒单眼藻 *Cyclopsiella granulata* He & Li, 1981

(图版 51，图 24)

1981 *Cyclopsiella granulata* He & Li，中华人民共和国石油勘探公司南海分公司 等，70，71页，图版35，图1—8。

层位 同上。

褶皱单眼藻 *Cyclopsiella vieta* Drugg & Loeblich, 1981

(图版 51，图 25)

1967 *Cyclopsiella vieta* Drugg & Loeblich，192—194页，图版3，图7—9，插图8。

层位 瓯江组中部。

三、轮　　藻

近年来，在浙东坳陷和台北坳陷钻井中相继发现轮藻化石，经研究有8属11种(包括2个新种)。分属于古新统灵峰组、始新统平湖组、渐新统花港组、中新统海龙井组、玉泉组和上新统三潭组（或第四系东海群底部)。在花港组，轮藻含量最多，其次是海龙井组和玉泉组，而灵峰组、平湖组及三潭组最少（见表5)。

(一) 化石组合特征及其时代

1．花港组中、上段的轮藻化石

化石发现于花港组的中、上部，保存较好，数量较多，组合特征亦较明显，为*Raskyaechara pinghuensis* Liu-*Maedlerisphaera ulmensis* (Straub) Horn af Rantzien组合。

此组合的主要成分是 *Raskyaechara pinghuensis* (sp. nov.)，*R. baxianensis* Xinlun，*Maedlerisphaera ulmensis* (Straub) Horn af Rantzien和*Krassavinella lagenalis* (Straub) M. Feist-Castel，它们数量多、纵向分布多层次；其次是*Rhabdochara stockmani* L. Grambast. *Sphaerochara*和*Charites*。*Raskyaechara baxianensis*首次报道于渤海沿岸中、上渐新统沙河街组二段上部和东营组（王水等，1978)。*Maedlerisphaera ulmensis* 普遍见于国内外渐新统，是西欧中、晚渐新世轮藻类的重要成分 (Horn af Rantzien, 1959；M. Feist-Castel, 1977)，也是我国中、晚渐新世轮藻化石典型组合的分子(王振，1984)。在我国江苏金坛渐新统三垛组上部（王水等，1982；王振，1984)、柴达木盆地中—上渐新统下干柴沟组、渤海沿岸上渐新统东营组等有较多含量。*Krassavinella lagenalis*是欧洲中渐新统至中新统常见化石 (Strub, 1952；Mädler, 1952；M. Feist-Castel, 1977)，我国渤海沿岸沙河街组二段至东营组等渐新统及柴达木盆地上干柴沟组、下油砂山组、西藏曲松罗布沙群上部等中新统都有发现（王水，1961；王振，1982)。*Rha-*

表 5 东海陆架新生代轮藻化石分布表

Tab.5 Distribution of Cenozoic Charophtes in Donghai

系	统	群、组	轮藻化石
第四系		东海群	
上第三系	上新统	三潭组	*Lychnothamnites yanchengensis* Huang et Xu
	中新统	玉泉组	*Raskyaechara subcylindrica*(Unger)Horn af Rantzien, *R. yuquanensis* Liu(sp.nov.)
		海龙井组	*Sphaerochara inconspicua*(Unger)M.Feist-Castel, *Krassavinella lagenalis*(Straub)M.Feist-Castel, *Charites* cf.*paratriangularis* Xinlun
下第三系	渐新统	花港组	*Raskyaechara pinghuensis* Liu(sp.nov.), *R.baxianensis* Xinlun, *Maedlerisphaera ulmensis*(Straub)Horn af Rantzien, *Krassavinella lagenalis*(Straub)M.Feist-Castel, *Rhabdochara stockmani* L.Grambast, *Sphaerochara* sp.,*Charites* sp.
	始新统	平湖组	*Obtusochara* cf.*ovalis* Huang
	古新统	灵峰组	Characeae

*bdochara stockmani*曾报道于法国巴黎盆地下渐新统（L. Grambast, 1957)。新种*Raskyaechara pinghuensis*与匈牙利上渐新统中的*R. peckii* (Rasky)Horn af Rantzeien有一定相似性 (Rasky, K. 1945; Horn af Rantzien, 1959)。

从上可见，花港组中、上部的轮藻化石大多数曾发现于国内、外中、上渐新统，具有中晚渐新世轮藻类的重要成分，可与我国渤海沿岸沙河街组二段上部至东营组，江苏金坛三垛组上部、柴达木盆地下干柴沟组等的轮藻类对比，其地质时代大体一致，属渐新世中、晚期。

2．海龙井组的轮藻化石

化石发现于海龙井组上部，有*Sphaerochara inconspicua* (Unger)M. Feist-Castel, *Krassavinella lagenalis* (Straub)M. Feist-Castel和*Charites* cf. *paratriangularis* Xinlun，数量不多。*Sphaerochara inconspicua*常见于欧洲和我国中、上渐新统至中新统 (Mädler, 1955; Horn af Rantzien, 1959; M. Feist-Castel, 1977)，被列为我国中新世轮藻化石典型组合的分子（王振，1984)，在柴达木盆地上干柴沟组至油砂山组（王水，1961)、渤海沿岸沙河街组一段至东营组（王水等，1978)及江苏盐城上新世盐城群有一定

数量（王水等，1982）。*Charites* cf. *paratriangularis*类似于渤海沿岸沙河街组二段上部和东营组的该种。本组合中的*Krassavinella lagenalis*为下伏花港组延续而来。

海龙井组与花港组中、上部的轮藻类差异较大，虽然海龙井组的化石在渐新世中晚期至中新世均曾出现，但以渐新世以后较常见。其中*Sphaerochara inconspicua*是我国中新世轮藻类的典型分子；*Krassavinella lagenalis*常见于中新世，从而推论，海龙井组的时代不会超出晚渐新世至中新世；结合地层关系，海龙井组与花港组是连续沉积的，花港组的时代已为中、晚渐新世，因而海龙井组的时代已跨入中新世，将其视为早中新世是妥当的。

3．玉泉组的轮藻化石

化石发现于玉泉组下部，属种较单调，有*Raskyaechara subcylindrica* Yang 和 *R. yuquanensis* (sp. nov.) 等。*Raskyaechara subcylindrica* 是青海乐都早中新世谢家组和中中新世车头沟组的分子（郝诒纯等，1983）。新种 *R. yuquanensis* 与甘肃酒泉盆地中新世白杨河组❶中的一些轮藻化石（王水，1965；图版Ⅳ，图19—21）的形态、大小、螺旋细胞特征及顶部构造较接近。

玉泉组的轮藻化石保存很好，特征清楚，它们的同种或类似分子曾见于中新世，表明其所在地层的时代为中新世是无疑的。因其下伏海龙井组的时代为早中新世，故视玉泉组的时代为中晚中新世的沉积是可取的。

4．三潭组至东海群底部的轮藻化石

仅于三潭组顶部至东海群底部发现了为数不多的 *Lychnothamnites yanchengensis* Huang et Xu。此种化石初次发现于江苏大丰、东台上新世盐城群上部和第四纪东台群，在内蒙古化德二登图晚第三纪之土洛里晚期或路西尼期地层中也有，与之共生的脊椎动物啮齿类化石 Muridae，邱铸鼎称此类动物自晚中新世至今均有。因此，三潭组顶部至东海群底部的地层时代可能是上新世晚期至第四纪早期。

在古新统灵峰组上部发现有Characeae 碎块，因化石保存太差，不能进一步鉴定。

在始新统平湖组上部有*Obtusochara* cf. *ovalis* Huang等，因化石数量不多，保存亦尚差，未能确切定名。

（二）属 种 描 述

轮藻科 Characeae L. Cl. Richard, 1815

轮藻亚科 Charoideae Leonhardi, 1863

似松轮藻属 *Lychnothamnites* Maslov, 1966

盐城似松轮藻 *Lychnothamnites yanchengensis* Huang et Xu, 1982

（图版 61，图 2）

1982 *Lychnothamnites yanchengensis*，王水等，20—21页，图版6，图6—11。

---

❶ 据“玉门镇幅区测报告”（甘肃区测队，1969），“甘肃酒泉盆地中新生代轮藻化石”（王水，1965）一文中的疏勒河组应更正为白杨河组。

层位与分布 三潭组顶部至东海群底部；中国，上新世至第四纪。

克拉萨维那轮藻属 *Krassavinella* M. Feisl-Castel, 1977

瓶状克拉萨维那轮藻 *Krassavinella lagenalis* (Straub) Feist-Castel, 1977

(图版 61，图 4)

1952 *Chara lagenalis* Straub, S. 471, Taf. A, Fig. 6, 7.

1977 *Krassavinella lagenalis* (Straub) Feist et Ringeade, P. 346.

1978 *Hornichara lagenalis*, 王水等，22，23页，图版3，图10，11。

当前标本的外形、大小、螺旋细胞钙化特征及顶部构造、侧视环数与Stranb (1952)，Mädler (1955) 描述的中新统Tortonica的标本基本一致。

该种曾先后被归入*Chara*, *Tectochara*, *Karassavinella*, *Hornichara* 属中，但是，与*Chara*相比，它的螺旋细胞在顶部无明显变化，而且体形较短、底部延伸成柄状；它不发育*Tectochara*那种顶部梅花形突起；也不具备*Hornichara*的顶部，即螺旋细胞间脊在顶部不明显变窄、加高，所以将其归入*Krassavinella*中。

层位与分布 花港组中、上部和海龙井组；西欧、中国，中、晚渐新世至中新世。

丽藻亚科 Nitelloideae Al. Braun et Migula, 1890

球状轮藻属 *Sphaerochara* Mädler, 1952

不明显球状轮藻 *Sphaerochara inconspicua* (Unger) M. Feist-Castel, 1977

(图版 61，图 5)

1850 *Chara inconspicua* Unger, S. 34.

1959 *Charites inconspicua*, Horn af Rantzien, P. 66—67, Pl. Ⅱ, figs. 1—3.

1977 *Sphaerochara inconspicua*, M. Feist-Castel, P. 121, Pl. Ⅱ, figs. 1—4.

讨论 该种自1850年为Unger发现后，已先后列入*Chara*, *Gyrogona*, *Tolypella*, *Charites*和*Sphaerochara* 5个属，因其顶部不具梅花形突起，也不像*Chara*和*Charites*那样，螺旋细胞在顶周明显地变窄，在顶心变宽特征，而是细胞在顶部无明显变化，末端正常聚合，所以Feist-Castel (1977) 将其归入*Sphaerochara*中是恰当的。

层位与分布 花港组、海龙井组；中国，中、晚渐新世至中新世；欧洲，中、晚渐新世。

开口轮藻科 Aclistocharaceae Zhou, 1983

开口轮藻亚科 Aclistocharoideae Mädler, 1952

拉氏轮藻属 *Raskyaechara* Horn af Rantzien, 1959

霸县拉氏轮藻 *Raskyaechara baxianensis* Xinlun

(图版 60，图 1)

1978 *Raskyaechara baxianensis*, 王水等，45页，图版20，图5—9。

层位与分布 花港组中、上部；中国，中、晚渐新世。

平湖拉氏轮藻（新种） *Raskyaechara pinghuensis* (sp. nov.)

(图版 60，图 2—4)

藏卵器亚球形或宽卵形，顶部宽平，近底部收缩变窄，微突出，末端亚平，最大宽度位于中部。长516—562μm，宽484—527μm，长/宽 1.05—1.07。螺旋细胞平至凸，以凸为主，细胞脊较宽，侧视环数7—8，赤道处环宽81—85μm。细胞脊在顶周突然中止，细胞略变窄，强烈变薄，至顶心复变宽并略增厚，整个顶部细胞凹，末端呈点状或不规律短线聚合。底孔较大，五角形，具或不具外凹陷，约100—150μm。

标本号	长 (μm)	宽 (μm)	长/宽	侧视环数	赤道处环宽 (μm)	底孔直径 (μm)
D39908	561	527	1.06	8	68	150
D35122	565	525	1.07	7—8	85	120
D35123	550	525	1.05	7—8	81	100

讨论 本种与模式种*Raskyaechara peckii* (Rasky) Horn af Rantzien的大小、螺旋细胞钙化特征及顶部构造一致，但是，模式种的底部较平，而本种较突出。与青海民和中新统的*Raskyaechara elegana* Yang（郝诒纯等，1983）和渤海沿岸沙河街组二段上部至东营组中的*R. baxianensis* Xinlun区别是前者螺旋细胞钙化较差，后者底部平、而本种常常突出。

层位 花港组中、上部。

亚柱形拉氏轮藻 *Raskyaechara subcylindrica* Yang, 1983

(图版 61，图 1)

1983 *Raskyaechara subcylindrica* Yang, 郝诒纯等, 160

层位与分布 玉泉组下部；中国、中新世。

玉泉拉氏轮藻（新种） *Raskyaechara yuquanensis* (sp. nov.)

(图版 61，图 3)

藏卵器宽卵形或亚柱形，顶部钝平，顶心微突，近底部收缩，末端平，最大宽度位于中部。长645—721μm，宽548—591μm。螺旋细胞凹，细胞沟宽、间脊低细；中脊非常发育，其宽度约为细胞宽度的1/3—1/2。侧视环数8—9。在顶周，细胞略为变窄，中脊突然中止，整个顶部较平滑，间脊仍然低细。细胞末端呈线状聚合。底孔具五角星形的微高起的边缘，直径65μm。

讨论 本种主要特征是螺旋细胞间脊细弱而中脊非常发育。在顶周，中脊突然中止，具典型的*Raskyaechara* Horn af Rantzien (1959) 的顶部构造。与蒙古纳莫格特盆地上白垩统纳莫格特组和我国内蒙古二连盆地上白垩统、上古新统之二连达布苏组、脑木根组中的一些*Raskyaechara*分子〔Karcz. et Ziemnb. (1970, 1981)；Kyansep-Romaschkin N. P. (1975)；刘俊英(1984)〕具共同特征，但因个体形态和大小的差异而不能视为同种。

王水(1965)描述于甘肃酒泉盆地红柳峡中新统白杨河组中的 *Tectochara hongliuxiaensis* S. Wang一些个体（图版Ⅳ，图19—21）的大小、形态、螺旋细胞钙化特征等与本种基本一致，以归入本种为宜。

层位 玉泉组下部。

横棒轮藻属 *Rhabdochara* Mädler, 1955

施氏横棒轮藻 *Rhabdochara stockmani* L. Grambast, 1957

（图版 61，图 6）

1957 *Rhabdochara stockmani* L. Grambast, P. 355, Pl. VIII, Figs. 10—14.

讨论 当前标本与法国巴黎盆地下渐新统中的*Rhabdochara stockmani* L. Grambast的外形较相似，螺旋细胞钙化特征相同，唯法国标本较大(长600—900μm，宽500—825μm)，仍视为同种。

层位与分布 花港组中、上部；中国，中、晚渐新世至上新世；西、欧，渐新世。

扁球轮藻亚科 Gyronoideae Z. Wang, 1978

扁球轮藻族 Gyrogoneae L. Grambast, 1956c

梅球轮藻属 *Maedlerisphaera* Horn af Rantzien, 1959b

乌尔姆梅球轮藻 *Maedlerisphaera ulmensis* (Straub) Horn af Rantzien, 1959

（图版 60，图 5、6）

1952 *Chara ulmensis* Straub, S. 470—471, Taf. 25A, Fig. 19.

1959b *Maedlerisphaera ulmensis*, Horn af Rantzien, P. 100—103, Pl. X, Figs. 1—12.

1982 *Maedlerisphaera ulmensis*, 王水等，27页，图版11，图1,2。

层位与分布 花港组中、上部；中国、欧洲，中渐新世至晚中新世。

四、硅　　藻

长江三角洲第四纪晚期硅藻植物群

本文通过长江三角洲钻孔（长1孔）岩芯中分析所得到的化石硅藻对长江三角洲第四纪晚期的海进、海退和有关地层的古生态、古环境进行探讨。

（一）硅藻植物群的分布及其特征

我们对长1孔中的80余块样品进行了硅藻分析，在22块样品中见到了硅藻壳体。其中除11、18和41号3块样品中所含硅藻壳体数量十分稀少不予讨论外，其余19块样品都含有较多或很多的硅藻壳体，它们集中在孔深4.60—24.03m和31.60—72.70m之间。

在19块样品中共有硅藻29属67种（包括变种和变型）和2个未定种及少量硅鞭藻类。其中最明显的一点是柱状小环藻（*Cyclotella stylorum* Brightwell）在各样品中的含量

表 6 长江三角洲长1孔中化石硅藻的分布及其含量

Tab.6 Distribution and frustule contont of the fossil Distom in Changjiang Delta Changl Bore core

属种名称	生态		样品编号																				
	水体属性	分布范围	06	07	08	09	10	14	15	17	19	25	31	32	33	34	36	38	39	40	13
Actinocyclus ehrenbergii	M	广生种	r	P	P	P	r	P	P	r	r	P	P	P	P		P	P	r	P	P
var.*ralfsii*	M	广生种		r	r	r		r	r	r	r	P	r	r	r	r	r	r	r	r	r
Actinoptychus annulatus	M	暖水种	r	P	P	P	r	P	r	r	r	P	r	r	r	r	r	r			r
A. splendens	M	广生种	P	P	P	P	P	P	P	P				r	r						
A. undulatus	M	暖水种	C	P	P	P	C	P	P	P		P	r	r	P	P	P	P	P	P	P
Biddulphia tuomeyi	M	暖水种								r							r	r		r	r
Cheatoceros lorenzianus(*statospore*)	M		r	r		r		r		r						r					r
Cocconeis aretica	M					r														r	
Coscinodiscus curvatus	M	广生种	C	r	r	P	P	P	P	P	r	P	r	r	r	r	r	r	r	r	r
C. excentricus	M		P	P	P	C	P	P	P	P	r	r	r	r	r	r	r	P	P	P	r
C. lineatus	M	广生种		P		r	P	P	P	P	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
C.oculatus	M	温带种			r		r	P	r	P	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
C. radiatus	M	广生种	C	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C. subconcave var.*tenuior*	M	广生种	P	P	r	P	P	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
C. wittianus	M	暖水种	r	r																	
Diploneis bambus	M	广生种	r			r	r	r	r	r			r		r			r			r
D. crabra f.*supecta*	MP	广生种	P	r		r		r	r	r			r	r		r		r	r	r	r
D. smithii	M	广生种					r	r									r				
Melosira sulcata	M	广生种	C	P	P	P	P	P	P	r	P	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Opephora pacific	M															r					
Pleurosigma affine	M					r										r			r	r	
Rhaphoneis surirella	M	广生种	r	r		r	r	r	r	r		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
var.*australis*	M	广生种	r			r	r			r					r	r	r	r			
Trachneis aspera var.*intermedia*	M	广生种	r	P	r	P				r					r	r		r		r	r
Triceratium favus	M	广生种	P	P	P	r	P	r	r	r	P	r	P	P	P	r	r	P	P	r	r
T. perpendicalare	M	暖水种		r																	
Trybliptychus cocconeiformis	M	暖水种	P	P	P	P	P	P	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
Cyclotella striata	MB	广生种	P	r	r	r	r	r													
C. stylorum	MB	广生种	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Hylodiscus radiatus	MB	广生种	r	r		r		r	r			r	r		r	r	r	r	r	r	r
Achnanthes crenulata	BF						r		r				r	r	r	r	r		r		r
A. inflata	BF		r			r	r	r		r		r		r	r	r	r	r	r	r	r
Cocconeis placentula	BF	广生种	r	r		r	r	r	r	r					r	r	P	P	r	r	r
Cymatopleura solea	BF					r															
C. elliptica	BF			r																	
Cymbella cistula	BF		r												r						
C. parva	BF	广生种													r					r	
C. sinuata	BF					r		r		r						r	r	r			r
Denticula tenuis	BF	广生种								r					r		r	r			
Epithemia argus	BF	广生种	r		r			r		r	r		r	r	r	r				r	r
E. zebra	BF	广生种				r	r	r		r	r	r			r		r	r	r		r
var. *porcellus*	BF	广生种								r					r						
Eunotia clevc	BF		r		r	r	r	r								r	r	r			

续表

属种名称	生态		样品编号																			
	水体属性	分布范围	06	07	08	09	10	14	15	17	19	25	31	32	33	34	36	38	39	40	43
Hantzschia amphioxys	B F					r		r		r					r		r	r	r		
Navicula cuspidata var.*ambigua*	B F														r						
N.mutica	B F		r													r	r	r			
Nitzschia hungrica	B F								r						r	r		r	r		r
Pinnularia borealis	B F																r	r			
Rhopalodia gibba	B F								r												
Epithemia reichelti	F						r									r		r			
Eunotia epithemoides	F			r								r					r	r		r	r
E.lunoris	F																		r		
E.pectinalis	F	广生种														r			r		r
Fragilaria construens	F	广生种																r			
F.inflata	F	广生种																r			
Gomphonema clevei	F																r	r	r		
G.grovei	F							r								r		r			
Melosira arenaria	F		r		r		r	r	r	r		r	r		r	r	r	r	r		r
Navicula bacillum	F	广生种															r				
N.gastrum	F	广生种						r	r								r	r	r	r	r
N.reinhardtii	F																	r			
Opephora marsyi	F	广生种																	r		
Synedra ulna	F	广生种														r		r	r	r	
var.*aequalis*	F						r								r				r		
Cocconeis sp.indet.			r		r	r		r				r	r	r		r	r	r	r		
Eunotia cf. *momodon*				r		r									r				r		
Gomphonema olivaceum var.?			r	r	r	r	r	r	r	r				r	r	r	r	r	r	r	r
Mavicula cf.*aggesta*						r															
Nitzschia sp.indet.						r	r			r						r		r		r	r
硅鞭藻类：																					
Dictyocha crax f. *parva*	M		r	r		r									r		r				
D.epiodon	M		r	r	r	r	r			r			r		r	r	r	r		r	
D.fibula	M		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r		r	r

D (Dominant)——优势种，含量50%以上；　A (Abundant——很多，含量在20—49%

C (Commen)——常见种，含量在5—19%；　P (Present)——较少，含量在1—4%；

r (race)——很少，含量在1%以下或个别；　M (Marine)——海生种；

B (Brackish-water)——半咸水种；　F (Fresh-watet)——淡水种

及其分布，它在17块样品中的含量都是第一位；辐射圆筛藻(*Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg) 的含量为第二位。在另外二块样品中*Cos. radiatus* 的含量则占首位。依据这些硅藻在各样品中的分布情况列于表6。

通过表6，我们可以看到长1孔中的19块含硅藻样品中的硅藻分布具有一定规律性，根据这种规律我们将它们划分为二个硅藻植物群。

1. *Cyclotella stylorum-Coscinodiscus radiatus*硅藻植物群

这个硅藻植物群分布在长1孔孔深 4.68—4.74m，8.49—24.03m和 31.60—72.07m之间的17块样品之中。它是长1孔中的主要硅藻植物群。这个硅藻植物群中的3个主要属种是：*Cyclotella stylorum*, *Coscinodiscus radiatus*和具槽直链藻(*Melosira sulcata*(Ehr.)

Kützing)。其中 *Melosira sulcata* 在下部样品中壳体含量较高，上部样品中壳体含量较低。根据这个变化规律，将这个硅藻植物群划分为2个硅藻组合：

（1）*Cyclotella stylorum-Coscinodiscus radiatus-Melosira sulcata* 硅藻组合　本组合分布在长1孔的31.60—72.07m之间的25、31—34、36、38—40和43号10块样品之中。它具有下列特点：*Cyclotella stylorum*的壳体含量在10块样品中都在50%以上，成为优势种。其中39号样品中的含量最高达66.96%，25号样品中的含量最低，为50%，其平均值为60.9%；② *Coscinodiscus radiatus* 在10块样品中的含量都占第二位。它在25号样品中含量最高达29.8%，在36号样品中的含量仅有8.75%，其平均值为15%；③ *Melosira sulcata*的壳体含量排列第三。它在31号样品中它的含量最高达15.23%，而在39号样品中它的含量只有5.09%，其平均值为8.8%；④ 在这个硅藻组合的10块样品中，每块样品中所含有的硅藻壳体数是2个硅藻组合中最多的。

（2）*Cyclotella stylorum-Coscinodiscus radiatus*硅藻组合　组合分布在长1孔的4.68—4.74m，8.49—24.03m之间的6、9、10、14、15、17和19号7块样品之中。它形成于第1硅藻组合之后，与第1硅藻组合有一定的亲缘关系。二者之间的相同点是在这7块样品中硅藻壳体含量占第一位和第二位的也是 *Cyclotella stylorum* 和 *Coscinodiscus radiatus*。不同之处是 *Melosira sulcata* 的含量普遍都很低，其中除6号样品中含量为4.86%外，其余6块样品中的含量都在1—2%之间，其平均值仅为1.95%；其次，在这7块样品中所含硅藻壳体数较第1硅藻组合各样品中所含硅藻壳体壳体数要少；再者，卵形褶盘藻（*Trybliop tychus cocconei formis*（Cl.）Hendey）的含量在这组合形成过程中呈现渐增的趋势，在10号样品中，它的含量达4.04%。

2. *Coscinodiscus radiatus-Cyclotella stylorum*硅藻植物群

这个硅藻植物群存在于长1孔的4.80—6.55m之间的7号和8号2块样品中。它的主要特点是*Coscinodiscus radiatus* 的含量较其它样品的含量有明显的增加，分别达到41.83%和46.41%，成为这2块样品中壳体含量最高的一个种。而 *Cyclotella stylorum* 的含量则分别降到31.74%和21.52%，退居第二位。蜂窝三角藻（*Triceratium favus* Ehrenberg）的壳体含量上升为第三位，*Melosira sulcata* 则名列第四。此外，在7号、8号2块样品中的壳体数量较第一硅藻植物群各样品中的壳体数量明显减少。

（二）硅藻植物群与海进海退、古生态、古环境

不同生物群落反映不同的生态环境。不同的硅藻群落反映了生态环境的不同。

从所鉴定的67种硅藻所属生态特性来看，它们中间大多数都是海生种，其中几个主要种也都是典型的海生种，因此我们可以推断这些含有硅藻壳体的沉积物都是海相沉积。虽然在这些样品中也有一些淡水硅藻的壳体，但其数量都是十分稀少，因此不可能是原地淡水水体中的残余分子，而只能是由近岸陆地水流带入的。这种情况在我国的一些沿海沉积物中经常能见到。

据今所知，在长1孔中所见到的3个主要属种都是海洋中的广生性种，这些属种在我国东部沿海的表层沉积物中和现今这些海域的浮游植物中都是经常见到的，但就它们的某些生活习性而言，还是存在着一定的差异，如*Cyclotella stylorum*在我国沿岸一潮间带广泛分布。它主要生活在海水中，但也能生活在半咸水中。*Coscinodiscus radiatus* 仅见于海

水中，它是一种沿岸—外洋浮游性种。*Melosira sulcata*是一种分布甚广的海生性沿岸种。在我国沿海四季都能见到，但以初春季节数量最多。根据这些硅藻的生态特性得出以下三点结论：① 在长1孔中存在着三层海相层，第一海相层存在于31.60—72.07m之间，相当于第一硅藻植物群第1硅藻组合的生活时期；第二海相层存在于8.43—24.03m和4.65—4.74m之间，相当于第一硅藻植物群第2硅藻组合生活时期；第三海相层存在于4.80—6.55m之间，相当于第二硅藻植物群生活时期。这三层海相层都是与第四纪海进密切相关的；②从三层海相层的沉积厚度可以推测第一、第二海相层海进时间长，第三海相层形成时期的海进活动时间短；③第一、第二海相层形成时期的海水深度较浅，相当于沿岸—潮间带，水深约15—20m，海水流速较慢。第三海相层形成时期的海水深度较深，相当于潮间带—浅海带，水深在30m左右，海水流速较快。

从长1孔硅藻分析所得到的资料和有关的资料进行参照，在井深为24.03—30m之间的沉积物与其上、下相邻的沉积物有明显的差异，具体表现在下述二点：①在这层沉积物中不含有任何海相生物的遗骸（如有孔虫、硅藻和硅鞭毛类）；② 这层沉积物的颜色呈土黄色，而与其上、下相邻的沉积物的颜色为暗灰色、灰黑色等，反映了这是还原环境下的产物。所以我们认为24.03—30m之间的沉积物是海退时期的产物。

在长1孔的19块含硅藻样品中已鉴定的67个种中，有15个是淡水种，其中有3个种分布在6—7块样品中，有11个种仅分布在1—4块样品之中，这些种在各块样品之中的壳体含量也都是极少的。这里要提出的是沙生直链藻（*Melosira arenaria* Moore），它在各样品中的含量虽然都很少，但分布很广，在14块样品中都见到了它的踪迹。有关这个种的生活习性，不论是在硅藻文献所记载的，还是在我们实践研究过的材料之中，它都是生活在淡水环境下的。有时由于生态环境的变化，其壳面纹饰会产生变异，但它们所生活水体的属性则基本是相同的，而在长1孔的海相层中广泛分布则是罕见的。

（三）几个有关问题

虽然大多数海生硅藻的壳体较淡水硅藻的壳体要大一些，但它们多数种类壳体的直径在几十微米之间。其中大多数壳面上的纹饰是很微细的。不同学者对这些微细结构的认识有所不同，因此往往产生对同一类标本有不同的名称。

在我们将长1孔中的化石硅藻植物群与邻近地区已发表的硅藻资料进行对比过程就遇到了类似的情况。如在金德祥等1980年发表的“东海表层沉积硅藻”一文所述，在他们所研究的26个站位中有24个站位的沉积物中都有*Coscinodiscus radiatus*；并且在其中的22个站位的沉积物中的含量都是多的或很多的。而暗色圆筛藻（*Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt）仅在其中的一个站位的沉积物中见到，它的含量也很少。在刘师成等1984年发表的“南黄海和东海近岸海域表层沉积硅藻”一文中则是以*Coscinodiscus obscurus*为主，*Cos. radiatus*则退居其后。

据郭玉洁等（1982）“1976年夏季东海陆架区浮游植物生态的研究”一文中所述：*Coscinodiscus radiatus*主要分布在北纬29°31′—32°之间，是偏低温高盐度外海型代表种之一。在同一水域内*Cos. obscurus*则未见到。另据Hustedt（1927—1930）和Cleve-Euler（1951）文献中所记述：*Cos. radiatus*是海洋浮游植物中常见的种类，而*Cos. obscurus*则是零星出现。这二个种的生态特性也有所差异，*Cos. radiatus*虽是广温性种类，但在温带

水域中分布最多；而*Cos. obscurus*是暖水种，常见于暖海与温带海域交接的边缘。而长1孔所处的地理位置和周围自然环境则与 *Cos. radiatus* 所处的自然环境是相近的。

在长1孔中的19块含硅藻样品中，有18块样品中还含有硅鞭藻类，它们的含量都是很少（1%以下）或个别的。其中以小等刺硅鞭藻（*Dictyocha fibula* Ehrenberg）分布最广，含量也最多。其次是对齿等刺硅鞭藻（*Dictyocha epiodon* Ehrenberg）十字形等刺硅鞭藻小型变型（*Dictyocha crux* f. *parva* Bachmamn et al.）仅见于五块样品之中。

我们知道，硅鞭藻类是生活在海洋中的一种浮游生物。它的体内有硅质骨骼，所以经常与硅藻壳体共同存在于同一沉积物中，并以此为人们研究这些沉积物的地质年代和生态环境提供依据。上述这些硅鞭藻类，它们的含量虽然很少，但为我们所研究地区的海进海退活动提供了一个科学论据。

通过对长1孔中的化石硅藻植物群的分布，可以推测长江三角洲在第四纪晚期有三次海进。三次海进时的海侵范围、持续时间的长短，各次海进时期的海流速度和古环境等都不是相同的。这些结论在总的方面与相同层位中有孔虫组合所反映的情况是相一致或近似的，在某些方面，如各次海进海退时期所反映的温度变化则有一些差异，这些将是今后进一步工作时应予注意的。

冲绳海槽第四纪硅藻组合及其地质意义

冲绳海槽处于我国东海大陆架边缘，南起我国台湾省东北端，北至日本九洲西南部，呈东北—西南向分布，为一向东南方凸出的新月形舟状海盆，其地形特点是南深北浅，坡度较陡，最深处在西南部，其深度可达2700m以上，向北逐渐变浅，至北部边缘其深度仅800m左右。

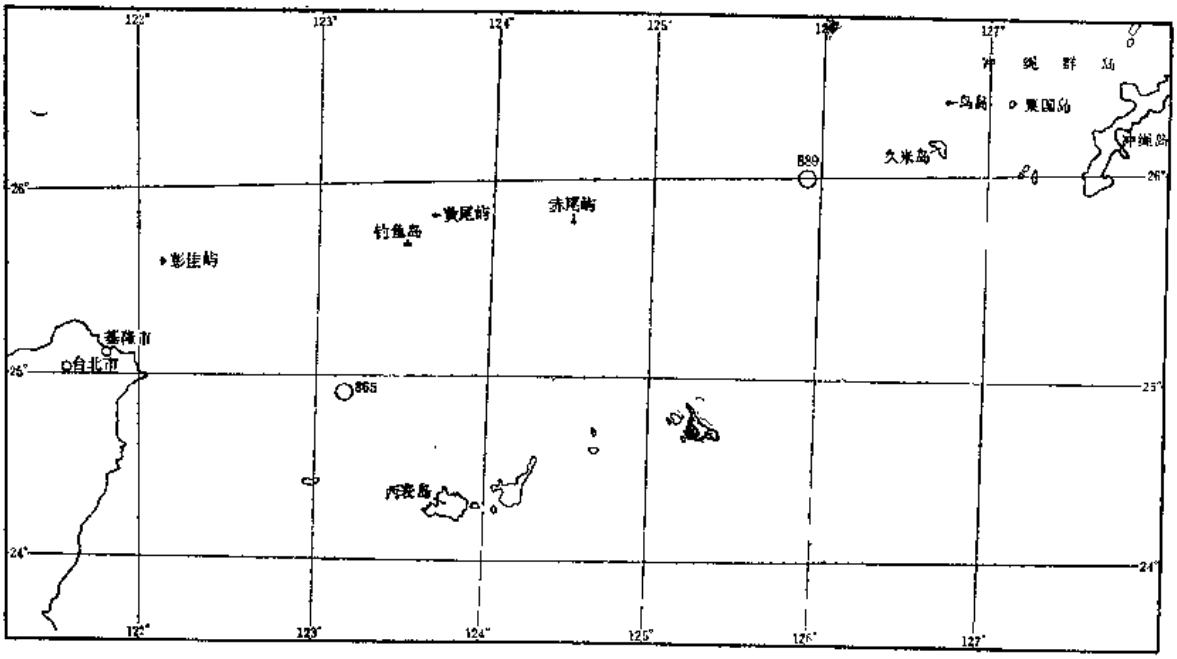


图 4 冲绳海槽柱状剖面位置图

Fig. 4 Location of section studied in Okinawa Trough

海槽区的站位很多，我们仅对其中865号和889号两个站位的样品进行了分析。两个站位的柱状深为：865号是520cm，取样品31个；889号是450cm，取样30个。两站位于东海陆架向东延伸的大陆坡即靠近西侧槽底（图4）。岩性主要是一套有孔虫一泥砂一粉砂或含有孔虫的泥质粉砂、粉砂质泥为主的较疏松的沉积物。海槽区受黑潮暖流的影响明显，因此对海区的海况以及水体环境中的生物群都有一定的影响。

（一）硅 藻 组 合

对两个柱状剖面样经化学分析处理，多数样品（见表7）均获得了保存不太好的硅藻，能鉴定的有31个属，101种和变种（其中3个新种，1个新联合种和一些未定种）。在个别样中还见有较多的硅鞭藻（*Dictyocha*）和金藻孢子（Chrysophyta cysts）.

出现的硅藻代表属有：*Melosira, Coscinodiscus, Cyclotella, Actinocyclus, Actinoptychus, Chaetoceros, Rhaphoneis, Thalassionema, Diploneis* 等，数量较丰富的种：*Melosira sulcata, Cyclotella striata, Cyc. stylorum, Coscinodiscus argus, Cosc. nodulifer, Actinocyclus ehrenbergii, Actinoptychus splendens, Act. undulatus, Tryliptychus cocconeiformis, Chaetoceros affinis, Thalassionema nitzschioides, Diploneis bombus* 等。这些硅藻种在柱状样中，随深度变化的不同，出现的组合特征是不同的。由于两个柱状剖面分析的样品不完全，在划分硅藻组合带时有一定困难。现仅就出现的硅藻特征初步划分为四个硅藻组合：

1. *Cyclotella striata-Cyclotella stylorum-Coscinodiscus nodulifer* 组合

本组合为柱状深度100cm以上的硅藻，属种不多，组成较单调，从数量上看，以广布种为主；但从硅藻组成特点看，则是以温暖水和亚热带硅藻种为主导，除 *Coscinodiscus nodulifer*外，还出现有：*Coscinodiscus wittianus, Himidiscus cuneiformis, Cocconeis heteroidea, Rhaphoneis obescula, Navicula forcipata* 等暖水种。该组合的另一特点是大洋种及其数量均不多，相反沿岸种较多，这反映了沉积时期海域环境的特征。

2. *Cyclotella striata-Actinoptychus undulatus-Thalassionema nitzschioides* 组合

这是一个亚热带水体中生活的代表性群集。数量相当丰富；特别是菱形海线藻是亚热带水域环境中数量最为丰富的种类之一，该种在太平洋出现的最大值是在北纬23—40°之间，据Fenner在研究南太平洋硅藻植物时发现，当水温为18.9℃时，其数量可高达51%。柱状样中丰富的菱形海线藻的出现，恰好证明了沉积时期的水体条件是适宜于该种的生长繁殖的。另一种数量丰富的柱状小环藻是广温性的种类，在整个柱状样中，自上至下都有出现，但其差异表现在个体数量和大小不同，在该组合中，不仅数量丰富，而且个体一般较大；具槽直链藻尽管多数人认为也是一种广温性的种，在组合中也出现了像柱状小环藻一样的个体大小上的变化，硅藻形态大小上的变化正像小泉（1984）记载：形态的这种变化，可以认为是在水温变化的情况下继续保持其浮游状态的一种适应。柱状小环藻和具槽直链藻形态大小上的变化是否因水温的变化而引起是值得探讨的问题。硅藻群中还出现一些像：*Nitzschia cocconeiformis, Tryblioptychus cocconeiformis*等温暖水中的硅藻，因此整个组合仍然是一个亚热带的硅藻组合特征。

3. *Cyclotella stylorum-Chaetoceros affinis-Actinoptychus splendens* 组合

组合中除了柱状硅藻外，作为现代海洋条件的指示硅藻的角毛藻，其休眠孢子的数量

表 7　冲绳海槽柱状样中硅藻分布表

Tab. 7　Distribution of Diatom flora in Okinawa Trough

名　　称	盐度条件	温度条件	站位号	865站									889站																			
			样品编号，深度(cm)	3 (40—60)	15(241—261)	16(261—285)	17(285—313)	18(313—329)	19(329—349)	23(385—400)	24(400—410)	31(500—520)	10 (50—70)	11 (70—90)	12 (90—110)	13(110—130)	14(130—150)	15(150—170)	16(170—190)	17(190—217)	18(217—237)	19(237—257)	20(257—267)	21(267—287)	22(287—307)	23(307—327)	24(327—347)	25(347—359)	26(359—374)	27(374—390)	28(390—410)	29(410—430)	30(430—450)
			数量																													
Actinocyclus ehrenbergii	M	广布种		R	R									R	R					R									R		R
Act. ehrenbergii var. *crassa*	M	广布种		R	R															R											R
Act. ehrenbergii var. *ralfsii*	M	温带种		R																												R
Act. ehrenbergii var. *tenella*	M	广布种														R																
Act. octonarius	M	温带种								R																						
Actinoptychus annulatus	M	暖水种			R																				R		R		R			
Act. splendens	M	广布种		R	R			R		F	R	R				F	R									R	R	R				
Act. sp. cf. *Act. trinacriformis*	M	暖水种						R	R																	R						
Act. undulatus	M	广布种		R		F										R				R												
Act. undulatus var. *barbadensis*	M	广布种																				R	R									
Act. undulatus f. *octoplicata*	M	广布种																												R		
Aulitcus incertus	M	暖水种																								R						
Biddulphia sp.	M																				R											
Chaetoceros affinis	M	广布种													R					R			R	F	F				R			
Chaet. lorenzianus	M	暖水种					R																R			R		R	R			
Chaet. lauderi	M	暖水种																													R	
Chaet. teres	M	广布种																								R						
Chaet. I	M			R	—	R	R														R	R										
Chaet. II	M										R						R						R	R		R						
Cocconeis heteroidea	M	暖水种		R							R																				R	
Coc. heteroidea var. *curvirotunda*	M	暖水种																														
Coc. pellucida	M	广布种				R																									R	
Coc. placentula	F																								R			R	R			

续表

名称	盐度条件	温度条件	865站 3 (40—60)	15(241—261)	16(261—285)	17(285—313)	18(313—329)	19(329—349)	23(385—400)	24(400—410)	31(500—520)	889站 10 (50—70)	11 (70—90)	12 (90—110)	13(110—130)	14(130—150)	15(150—170)	16(170—190)	17(190—217)	18(217—237)	19(237—257)	20(257—267)	21(267—287)	22(287—307)	23(307—327)	24(327—347)	25(347—359)	26(359—374)	27(374—390)	28(390—410)	29(410—430)	30(430—450)
Coc. pseudomarginata	M	广布种	R	R	R																										R
Coc. sculellum	M	广布种							R																						R
Coscinodiscus anguste-lineatus	M	广布种								R	R																				
Cos. argus	M	广布种	R								R																				
Cos. excentricus	M	广布种				R	R	R																R					R		
Cos. lineatus	M	广布种	R	R					R									R							R						
Cos. nodulifer	M	暖水种	R				R	R	R	R				R										R					R		F
Cos. oculatus	M	温带种	R	R		R							R															R	R		
Cos. oculus iridis var. *borealis*	M	温带种	R							R	R																		R		
Cos. radiatus	M	广布种	R	R						R	R										R								R		
Cos. rothii	MB	暖水种	R							R															R	R	R	R			R
Cos. sp. cf. *Cos. kuetzingii*	M	温带种										R	R																	R	
Cos. subconcavus var. *tenuior*	M	广布种		R																											
Cos. wittianus	M	暖水种	R								I	R							R								R	R	R		R
Cyclotella striata	MB	广布种	A	F	R	R	R	R	R	R	I	R	R	R	C	R	C	C	R	R	R	R	R	R	R	R	C	R	F	R	R
Cyc. striata var. *bipunctata*	MB	广布种	F	R	R	R	R						R	R	R	R			R	R		R	F	R	R				F	R	R
Cyc. styloyum	MB	广布种	A	F	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		R	R	R	R	R	R		R	R	F	R	F	C	F	R	R
Cymbella aspera	F												R	R																	
Cymb. sp. *Cymb. heterolleura* f. *nipponica*	M												R																		
Diploneis bombus	M	广布种	R	R		R				R			R						R	R	R					F			F	R
Dipl. fusca var. *pelagi*	M	广布种											R	R	R				R	R				R							
Dipl. interrupta	M	广布种	R				R	R				R							R												
Dipl. nitescens	M	暖水种																											R	R	R
Dipl. ovalis var. *oblongella*	M	广布种																								R					

续表

名称	盐度条件	温度条件	865站									889站																				
			3 (40—60)	15(241—261)	16(261—285)	17(285—313)	18(313—329)	19(329—349)	23(387—400)	21(400—410)	31(500—520)	10 (50—70)	11 (70—90)	12 (90—110)	13(110—130)	14(130—150)	15(150—170)	16(170—190)	17(190—217)	18(217—237)	19(237—257)	20(257—267)	21(267—287)	22(287—307)	23(307—327)	24(327—347)	25(347—359)	26(359—374)	27(374—390)	28(390—410)	29(410—430)	30(430—450)
Dipl. pudens (Mann) Li (comb. nov.)	M	暖水种																													R	R
Dipl. smithii	M	广布种														R					R										R	
Dipl. suborbicularis	M	广布种																									R					
Dipl. weissflogii	M	广布种			R	R													R	R					R	R						
Epithemia argus	F															R	R	R														
Epith. argus var. *protracta*	F														R	R	R														R	
Epith. turgida	F														R															R		R
Eunotia formica	F														R	R														R		
Eun. robusta	F														R	R									R							
Eun. sp.																R	R	R		R												
Grammatophora arctica	M	广布种														R	R							R								
Gram. hemulifera	M	暖水种	R						R						R										R						R	
Hantzschia amphioxys	F														R						R									R		R
Hemidiscus cuneiformis	M	暖水种	R							R																						
Hyalodiscus stelliger	M	广布种	R						R																						R	
Melosira sulcata	MB	广布种	F	F	R	C	F	R	R	R	R	A		R	R	R	R	R	R		R	R	R	R	R	R	R		R	F	R	R
Navicula clavata	M	广布种			R		R													R									R		R	R
Nav. conciliians	M	广布种																								R						
Nav. forcipata	M	暖水种	R								R				R															R		
Nav. humerosa var. *constricta*	M	暖水种													R														R			
Nav. lyra	M	广布种																			R											
Nav. pseudotuscula	F																			R												
Nav. sp. cf. *Nav. dismutica*																															R	
Nav. spectabilis	M	广布种																			R											

名称	生态：盐度条件	生态：温度条件	865站									889站																				
样品编号，深度(cm) / 数量			3 (40—60)	15(241—261)	16(261—285)	17(285—313)	18(313—329)	19(329—349)	23(385—400)	24(400—410)	31(500—520)	10 (50—70)	11 (70—90)	12 (90—110)	13(110—130)	14(130—150)	15(150—170)	16(170—190)	17(190—217)	18(217—237)	19(237—257)	20(257—267)	21(267—287)	22(287—307)	23(307—327)	24(327—347)	25(347—359)	26(359—374)	27(374—390)	28(390—410)	29(410—430)	30(430—450)
Nav. toulaae	BF																R															
Nav. truncatula var. *lanceolata* Li (var. nov.)	M															R																
Nav. versicolor	M	广布种									R																					
Nav. sp.	M					R																										R
Nitzschia cocconeiformis	M	广布种		R		R	R						R		R								R		R	R				R	R	R
Nitz. marginulata	M	暖水种			R	R		R																					R		R	R
Nitz. panduriformis var. *delicatula*	M	广布种																										R				
Nitz. panduriformis var. *minor*	M	广布种			R																											R
Pinnularia borealis	P											R							R										R			
Pleurosigma aestuarii	M	暖水种	R	R		R													R		R											
Rhaphoneis amphiceros	M	广布种										R							R											R		
Rhaph. belgica	M	温带种	R									R							R											R		
Rhaph. obesula	M	暖水种	R								R																		R			
Rhaph. rhombica	M	暖水种												R																R		
Rhaph. surirella	M	广布种		R					R																R	R		R		R		
Rhaph. surirella var. *australia*	M	广布种	R	R	R						R														R	R				R		
Rhaph. sp.	M																													R		
?*Rhopalodia gibberula*	M																														R	R
Rutilaria obesula Li (sp. nov.)	M												R																			
Stictodiscus californicus	M	暖水种	R				R								R											R			R		R	
Stict. californicus var. *areolata*	M	暖水种	R																													
Stict. sp.	M					R																										
Surirella fluminensis	M	广布种							R																			R				
Triceratium favus	M	广布种		R						R																						

续表

名称	生态 / 站位号 / 样品编号，深度(cm) / 数量	盐度条件	温度条件	865站 3(40—60)	15(241—261)	16(261—285)	17(285—313)	18(313—329)	19(329—349)	23(385—400)	24(400—410)	31(500—520)	889站 10(50—70)	11(70—90)	12(90—110)	13(110—130)	14(130—150)	15(150—170)	16(170—190)	17(190—217)	18(217—237)	19(237—257)	20(257—267)	21(267—287)	22(287—307)	23(307—327)	24(327—347)	25(347—359)	26(359—374)	27(374—390)	28(390—410)	29(410—430)	30(430—450)
Thalassionema nitzschioides		M	广布种	R					R	R	R						A	R	R			F		R		R	R		R		F
Trachyneis asbera		M	广布种																								R					
Trvlioptychus cocconeiformis		M	暖水种				R	R	R								R	R	R	R					R				R		R	
Xanthiopyxis donghaiensis Li (sp. nov.)		M																						R								
Xanth. spinosus Li (sp. nov.)		M																								R						
Xanth. sp.		M																								R			R			
Gen. et. sp. indet.		M					R																R									
Dictyocha		M					R					R																		R	F	
Chrysophyta cysts											R			F							C			A	R							

注：A = abundant (丰富)；C = common (常见)；F = frequent (一般)；R = rare (不常见)；M = marine (海水)；MB = marine or brackish water (海水或半咸水)；F = fresh water (淡水)

相当丰富。角毛藻由于壳体（细胞壁）很薄，其生活细胞在沉积物中很难保存下来，能埋藏于沉积物中的只有休眠孢子。尽管沉积物中所能保存的硅藻与表层水体中的硅藻组成有相当的差异，但是化石组合群在很大程度上能反映表层水中硅藻群的组成。窄隙角毛藻虽然多数学者认为是广温性的，但它却是一个暖温带的近岸种。郭玉洁等（1982）的研究结果表明：当温度在23℃，盐度在30‰左右时，适于本种的生存。她在研究东海的浮游植物时，同时发现8—9月间该种自北纬30°30′向南分布，在杭州湾口以东的下层水涌区大量密集。柱状样中能保存相当数量的角毛藻的休眠孢子，说明当时的水体环境中的温度和盐度有可能相近。组合中 *Actinoptychus spiendens* 种其数量也是相当可观的，该种在两江口外西侧的表层沉积物中也是相当丰富的（刘师成等，1984）。缝舟藻属的一些种出现不多，数量也少，该属在划分地层上却是一个重要的属，特别在海相晚第三纪沉积物中是作为带化石出现的。组合中尽管只见到：*Rhaphoneis surirella, Rhaph. rhombica, Rhaph. obesula*等种，虽然它们不能起到带化石的作用，但这些种是生活在暖水中的硅藻，这就从另一侧面反映当时的古气候特征。

4. *Cyclotella stylorum-Thalassionema nitzschioides-Melosira sulcata* 组合

这是一个以广温性分子占优势，亚势带暖温性分子次之的硅藻群。结节圆筛藻在组合中也有出现，但数量不多。窄隙角毛藻的休眠孢子也有出现，但数量远不及第三组合多，相反的则出现了大量的金藻孢子（Chrysophyta cysts）和较多的硅鞭藻（*Dictyocha*）。对于金藻孢子的出现是值得注意的，金藻是一类对环境、气候反应敏感的单细胞藻类，其生活细胞是不能保存的、只有具有硅质壁的休眠孢子才能沉积下来，但是对于休眠孢子的研究往往是不易的，论其主要原因是金藻植物体在生活时，不同种的金藻细胞有时会产生相同形态构造的孢子，这给分类造成了极大的困难。尽管如此，对于金藻孢子的研究近些来已被重视，在不久的将来，化石金藻孢子将成为微体古生物学中研究地层划分，古气候、古生态以及古地理等的一门新的学科。过去对陆相沉积物中的金藻孢子有过报导，并证明过多的金藻孢子的出现，往往指示水温的变凉（或气候寒冷）或水体的偏酸性，而海相金藻孢子的较多量的出现，是否也具有对气候和盐度变化的特殊反应是值得研究的。组合中硅鞭藻的保存对于研究硅藻沉积环境也是一个佐证。

上述四个硅藻组合带只是初步划分，因为除了中心类的硅藻外，还出现不少羽纹类硅藻，其中有暖水种，也有温带和北方种、还有一些淡水种，它们都是沿岸底栖生活的种类，虽然出现的数量不多，但这些硅藻的出现对子探讨整个沉积物的沉积环境（水温和盐度）是不可分割的一部分。

（二）地质时代讨论

两个柱状样中，硅藻保存不很好，特别是一些大型个体的圆筛藻几乎都是碎片，对于埋藏下来的硅藻植物全貌的了解带来一定困难。就其出现的硅藻而言、绝大多数是现生种，尽管组合中出现一些新第三纪沉积物中的硅藻，但几乎都是延续种或至今仍然生活在海洋中的种类，因此，四个硅藻组合的沉积时代应为晚更新世—全新世。

极据Jousè（1961, 1962, 1963, 1969, 1971）对太平洋第四纪硅藻遗体群中寒冷种和温暖种出现的频率以及单位沉积量中硅藻壳数的变化，自下而上划分为8层；Jousè（1971）在分析太平洋表层沉积物中硅藻时划分出7个区；刘师成等（1984）根据对南黄海及东海

近岸海域表层沉积硅藻的研究划分为4个大区13个小区；王开发等（1985）根据对南海深海盆地钻孔样硅藻植物组合的研究，将其划分为6个组合带。

冲绳海槽样中的第一硅藻组合，是温暖水和亚热带种的主体，既有远洋种又有沿岸种为特征的组合带所反映的气候特征与目前槽区的气候特征是相近的，因此硅藻的沉积时代应属全新世。这一组合带与王开发等划分的第Ⅰ硅藻组合是近似的，时代为全新世。第二组合是以亚热带种为主体，沿岸种的个体数量更为丰富的硅藻群，热带种的结节圆筛藻和维廷圆筛藻个体明显减少或未出现，说明气候有可能变凉的趋势。第三组合除了亚热带种为丰富种外，出现了与其他组合不同的特征，即暖温带的暖水硅藻——窄隙角毛藻的孢子大量出现，证明海洋条件主因素的温度和盐度与第二组合是有区别的，组合中的另一特点是*Actinoptychus splendens*的数量相当可观，而*Actinoptychus undulatus*在该组合中明显减少，这一特点与金德祥等（1980）在研究东海表层沉积物18号站位出现非常多的*Actinoptychus splendens*是相似的，尽管比例有些不同，其沉积物的时代有可能接近。第四硅藻组合是以沿岸种为特征的，*Melosira sulcata*和*Cyclotella stylorum*在整个柱状样中都有出现，但数量和个体大小都有所不同；*Melosira sulcata*虽然一般认为是广温性的种，出现在世界各海区的沿岸带，但据Tanimura（1981）对日本海晚第四纪硅藻的研究，他认为*Melosira sulcata*是一种生活在暖水（流）低盐度的海水中。在我国的黄海西北部也曾富集。从组合特征与王开发等的第Ⅵ组合带是非常相似的，时代为晚更新世。

第一—第四组合带所反映的古气候特征，可以基本上认为第一组合温暖，第二组合暖凉，第三组合温暖，第四组合暖凉变化趋势。这与第四纪以来，全球性频繁的冰期和间冰期而导致气候变化的趋势是一致的。因此第一组合应为全新世，第二—第四组合应为晚更新世。关于硅藻沉积物的时代问题，还可从另一方面得到证实。槽区的柱状样经徐钰林，苏新对钙质超微化石的研究，认为主要是以*Emiliania huxleyi*和*Gephyrocapsa oceanica*为优势种的钙质超微化石组合，其沉积时代应为晚更新世—全新世。

冲绳海槽柱状样中的硅藻植物组合的沉积时代虽然已经初步确定，有一点值得指出，在整个硅藻群中，一些典型的有代表意义的硅藻种没有出现。Burckle（1972）建立的*Pseudoeunotia doliolus*是划分第四系与上新统界线的标志种在柱状样中未能见到；另外第四纪硅藻植物群的特征属海链藻属(*Thalassiosira*)在本文硅藻群中也未出现；Schrader et Burckle（1975）根据对赤道太平洋地区更新世硅藻划分的两个带化石中的另一种硅藻*Nitzschia reinholdii*也未曾发现。相反在槽区的表层沉积物中见到了*Pseudoeunotia doliolus*。这一现象说明沉积物在沉积过程中，处于槽底边缘受其黑潮暖流强有力的冲刷而没有被保存下来或后来破碎了，不管什么原因引起的，都是值得今后进一步研究的问题。

属种描述

圆筛藻科 Coscinodiscaceae

直链藻属 *Melosira* Agardh

具槽直链藻 *Melosira sulcata*（Ehr）Kützing, 1844

（图版62，图4—6；图版65，图1—2）

1896 *Melosira sulcata*(Ehr.)Kützing p. 444, pl. 19, f. 624.

1951 *Melosira sulcata* var. *genuina* Grunow p. 34, f. 33 a—h.

1965 *Melosira sulcata*, 金德祥等，24 页，图 12。

生境上分布 此种为海生种，分布甚广。沿岸底栖种，但常见于浮游生物中。广泛出现于第三纪和第四纪海相沉积物中。在我国东海地区的沉积物中经常能见到。受沉积环境的影响，往往在同一地区内，它的分布就有很大的变化。在长1孔的19块含硅藻样品中均有分布。但在下部的样品中，此种的壳体含量较高，多数样品中含量在 6—10%之间，个别样品中含量达 15.23%。在上部样品中，此种的壳体含量通常在 1—2%之间。在冲绳海槽也有发现。

明盘藻属 *Hyalodiscus* Ehrenberg

辐射明盘藻 *Hyalodiscus radiatus* (O'Meara) Grunow, 1880

(图版 63，图 2，9)

1927-1930 *Hyalodiscus radiatus*(O'Meara)Grunow p. 295, f. 135.

1982 *Hyalodiscus radiatus*金德祥等，20页，图版1，图 3。

生境与分布 此种为海水—半咸水种。在我国南黄海和东海大陆架表层沉积物中都曾见到过；在长1孔中有14块含硅藻样品中都有它的壳体，但含量都很稀少。

星形明盘藻 *Hyalodiscus stelliger* (Bailey) Mann

(图版 66，图 1)

1896 *Hyalodiscus stelliger*, Van Heurck, p. 449, pl. 22, fig. 650.

1965 *Hyalodiscus stelliger*, 金德祥等，27页，图版1，图K。

讨论 本种在现代海洋环境中分布很广，在冲绳海槽的钻孔岩样中发现的标本不多。

生境与分布 适应高盐度海水中生活。见于晚更新世至现代海相沉积。及冲绳海槽表层沉积物中。

小环藻属 *Cyclotella* Kuetzing, 1834

条纹小环藻（原变种） *Cyclotella striata* (Ktz.) *striata* Grun., var.

(图版 65，图 3)

1900 *Cyclotella striata*, Schmidt, pl. 223, figs. 9—14.

1965 Cyclotella striata, 金德祥等，48 页，图版Ⅵ，图 A。

生境与分布 海水沿岸带生活，也出现在半咸水中。广泛分布在第三系、第四系。见于冲绳海槽晚第四纪沉积物中。

条纹小环藻双点变种 *Cyclotella striata* var. *bipunctata* Fricke

(图版 65，图 4)

1900 *Cyclotella striata* var. *bipunctata*, Schmidt, pl. 223, figs. 15—19.

1932 *Cyclotella striata* var. *bipunctata*, Skvortzow, p. 120, pl. 2, fig. 2.

比较 与原变种的主要区别是壳面中央区的点纹不明显，仅有2—3个大的粗点纹。

生境与分布 海水沿岸和半咸水生活。见于海相第四纪沉积至今冲绳海槽晚第四纪沉积物中。

柱状小环藻 *Cyclotella stylorum* Brightwell 1860

（图版 62，图 1—3；图版 65，图 5）

1874-(1900) *Cyclotella stylorum*, Brightwell pl. 223, f. 6—8.

1965 *Cyclotella stylorum*, 金德祥等，49页，图版Ⅵ，图 B。

生境与分布 此种为广温性、沿岸—潮间带种，但常出现在暖海缘带。据金德祥等(1980)报导，仅在钱塘江口的二个站位的沉积物中见到，含量很少。在刘师成等(1984)一文中记述，此种分布甚广，在其划分的四个小区中的三个小区的沉积物中都含有此种的大量壳体，并成为这些样品中的主要属种之一。在长1孔的19块含硅藻样品中都有分布，而且每块样品中的含量都是很高的。在下部（14.65—72.07m之间）的14块样品中，它们的含量都在50%以上；在上部（4.68—9.50m之间）的5块样品中，它们的含量较低，在21—45%之间。本种在冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中也有发现。

圆筛藻属 *Coscinodiscus* Ehrenberg

偏心圆筛藻 *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg, 1839

（图版 62，图 8—11）

1874-(1878) *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg pl. 58, f. 49.

1965 *Coscinodiscus excentricus*, 金德祥等，34页，图版Ⅱ，图 D—E。

生境与分布 此种为海洋浮游型种类，分布甚广，从沿岸—外洋均有。在我国东海表层沉积物中已有报导，但分布不均。在长1孔的含硅藻样品中都有分布，但在上部样品中，壳体含量较其下部样品中的壳体含量要多一些。

小眼圆筛藻 *Coscinodiscus oculatus* (Fauv.) Petit 1880

（图版 62，图 12，13；图版 66，图 5）

1880 *Coscinodiscus oculatus*, Petit, p. 4, pl. 3, fig. 5.

1965 *Coscinodiscus oculatus*, 金德祥等，33 页，图版II，图 F—G。

讨论 标本的形态、大小、构造实属小眼圆筛藻，孔纹数有些差别。金德祥等(1965)描述，中央孔纹10μm中3个，外围有3.5个，面观察到的标本10μm中约4个左右。从孔纹数看与 *Coscinodiscus lineatus* Ehr. 又非常相近，但后者中央无小孔。在我们的标本中，中央孔旁还有一个极小孔，从中央小孔和极小孔的特征看与海链藻属*Thalassiosira*中的中央孔（中央支持突）的构造是否相同，还需进一步观察研究。

生境与分布 此种一般分布于晚第四纪海相沉积中，主要分布在我国暖海，它与*Coscinodiscus lineatus*很易相混。有人将它归为*Coscinodiscus lineatus*的一个变种。本种主要特征是壳面中央有一个孔纹。在我国东海表层沉积物和冲绳海槽的沉积物都有分布。但在东海地区内分布很不均。在长1孔中有16块含硅藻样品中都能见到，但含量都很少。此种在冲绳海槽也有出现。

微凹圆筛藻薄弱变种 *Coscinodiscus subconcavus* var. *tenuior* Rattray, 1890

(图版 62, 图 7; 图版 65, 图 6)

1874-(1886) *Coscinodiscus subconcavus* Grunow var.?pl. 59, f. 15.

1982 *Coscinodiscus subconcavus* var. *tenuior*, 金德祥等, 30 页, 图版2, 图16。

生境与分布 此种为海生种，出现在晚第四纪海相沉积中。在我国东海地区和冲绳海槽的表层沉积物中均曾见到。在长1孔的含硅藻样品中都有，但上部样品中的含量较下部样品中的含量稍多一些。

维廷圆筛藻 *Coscinodiscus wittianus* Pant.

(图版 65, 图 7—8)

1878 *Coscinodiscus wittianus*, Schmidt, pl. 59, fig. 30.

1982 *Coscinodiscus wittianus*, 金德祥等, 31页, 图版3, 图 24。

讨论 在柱状样中发现的标本较少，其个体比一般描述的要小。

生境与分布 海水生活。该种在冲绳海槽的表层沉积物中见到，主要出现在晚第四纪的海相沉积物中。

光亮圆筛藻 *Coscinodiscus nitidus* Greg.

(图版 65, 图 11)

1896 *Coscinodiscus nitidus*, Van Heurck, p. 532, pl. 23, fig. 667.

1928 *Coscinodiscus nitidus*, Hustedt, p. 414, fig. 221.

1982 *Coscinodiscus nitidus*, 金德祥等, 28页, 图版 2, 图 12。

生境与分布 海水和半咸水生活。见于第四纪海相沉积物中及冲绳海槽的表层沉积物中。

洛氏圆筛藻 *Coscinodiscus rothii* (Ehr.) Grun.

(图版 65, 图 10)

1878 *Coscinodiscus rothii*, Schmidt, pl. 57, figs. 25, 27.

1979 *Coscinodiscus rothii*, Abbott et Andrews, p. 239, pl. 3, fig. 9.

1986 *Coscinodiscus rothii*, Andrews, p. 515, pl. 6, fig. 2; pl. 11, fig. 8.

壳面圆盘形，略鼓起。直径50—60μm，孔纹呈明显的束状排列，11—14 束（最高可达20束），每束以中线作平行排列，束与束之间有明显的间隙。孔纹中央部分 10μm 中有8—9个，至壳缘10μm 中有11—12 个。没有中心区，壳面中心仅有一个明显的独立孔纹。壳缘宽。

生境 常生活在海水中，有时也出现在半咸水中。见于新第三纪、第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

库氏圆筛藻（比较种） *Coscinodiscus* sp. cf. *Coscinodiscus kuetzingii* Schmidt

（图版 65，图 9）

壳面扁平，直径35—42μm。壳面孔纹成束状和螺旋状，束内孔纹以中线作平行排列，10μm内中部有7—8个，边缘有9—10个，在壳缘内侧有一圈明显缩小的细孔纹。壳缘宽，约2—3μm，具细条纹。束与束之间无间隙。

讨论 观察的标本直径较小，而*Coscinodiscus kuetzingii* 的直径较大，一般在 45μm 以上。

生境与分布 海水生活。见于晚第四纪海相沉积物中及冲绳海槽表层沉积物中。

蛇目圆筛藻 *Coscinodiscus argus* Ehr.

（图版 69，图 21）

1849 *Coscinodiscus argus*, Kuetzing, p. 123.

1878 *Coscinodiscus argus*, Schmidt, pl. 61, fig. 19.

1965 *Coscinodiscus argus*, 金德祥等，页40，图版Ⅳ，图C。

生境与分布 广布的沿岸种类，常由底栖生活进入浮游群中的海水生活。见于第三纪、第四纪海相沉积物中及冲绳海槽晚第四纪沉积物中。

刺箱藻属 Xanthiopyxis Ehrenberg, 1844

东海刺箱藻（新种） Xanthiopyxis donghaiensis Li（sp. nov.）

（图版 69，图 21）

正型标本 冲绳889—22(2)—3(31)，图版120，图23。

壳面长椭圆形，壳面凸出，末端宽圆形。壳面长35—49μm，宽17—23μm，整个壳面均匀分布有较尖的短粗刺，中部没有特殊的构造，刺的基部彼此互相联接成网状。

讨论 观察的标本其形态构造特征与长圆刺箱藻（Xanthiopyxis oblonga Ehr.）非常相近，但前者中部无明显的凹入，中心区无特殊构造，而后者的中部明显凹入，中心区刺纹很稀疏排列。

生境与分布 海水生活。首次出现在冲绳海槽的晚第四纪沉积。

多刺刺箱藻（新种） *Xanthiopyxis spinosus* Li（sp.nov.）

（图版 67，图 7）

正型标本 冲绳889—28(1)—3(22)，图版118，图7

壳面卵圆形，明显凸出，两端变窄成尖形。壳长21—35μm，宽 19—25μm。整个壳面有密面多的刺，盘缘窄，具有短的条纹，10μm内11—12条。

讨论 观察的标本其构造特征与 *Xanthiopyxis panduraeformis* Pant. 很相似，但形态特征完全不同，前者是卵圆形，末端尖，而后者是长椭圆形，中部明显凹入。

生境 海水生活。首次出现在冲绳海槽的晚第四纪沉积物中。

辐盘藻科 Actinodiscaceae

辐裸藻属 *Actinoptychus* Ehrenberg

环状辐裸藻 *Actinoptychus annulatus* (Wall.) Grunow, 1883

(图版64，图12；图版67，图1)

1880—1885 *Actinoptychus annulatus* var. *minor* Grunow pl. 124, f. 14.

1965 *Actinoptychus annulatus*, 金德祥等，50页，图版Ⅵ，图C—E。

讨论 标本基本都是小型个体，直径一般在30—45μm之间，该种最大直径可达100μm，样品中未见大型个体。

生境与分布 此种为海洋底栖种类，但常在海洋浮游生物群中见到。在我国东海地区表层沉积物中已见到过，呈零星分布，含量也很稀少。在长1孔中的含硅藻样品中几乎都能见到，但含量都是很稀少的。也见于冲海绳槽晚第四纪沉积中。

华美辐裸藻 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs, 1861

(图版 63，图 3—4；图版 66，图 7—8)

1874—(1890) *Actinoptychus splendens* Ralfs var. ?pl. 153, f. 3, 7—10, 12, 16—17, 19—21; pl. 154, f. 2—3; pl. 156. f. 12—13.

1965 *Actinoptychus splendens*, 金德祥等，51页，图版Ⅵ，图I-J。

讨论 标本直径55—75μm。壳面分成许多凹凸相间排列的小块，一般10—20块不等，观察的标本常见是14—16块，在凸面上的小六角形的孔纹10μm内可达15个。

生境与分布 此种是广温性海生种。在近岸和潮间带经常能见到，偶面见于浮游生物群中。在东海大陆架表层沉积物中分布较广，在有的样品中它的壳体含量很多，成为这些样品中的主要种类之一。在长1孔的顶部（22m以上）的8块含硅藻样品中都有分布，但含量都较少。也见于冲绳海槽晚第四纪沉积中。

波状辐裸藻 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Balfs 1861

(图版 63，图 5—8；图版 66，图 6)

1874 *Actinoptychus undulatus*, Ehrenberg. pl. 1, f, 1—6; pl. 109, f. 1; pl. 153, f. 25.

1951 *Actinoptychus undulatus* var. *typicus*, A. Cl. p. 78, f. 134 a-c.

1965 *Actinoptychus undulatus*.

讨论 观察到的标本中，波纹福裸藻在数量上是较多的一种，而直径大小一般在35—48μm之间。金德祥等（1965）记载其直径在46—55μm之间。

生境与分布 沿岸性海生种，分布甚广，从海相第三纪、第四纪及表层沉积物中均有分布，在浮游生物群中常能见到。在我国南黄海和东海海域的表层沉积物中分布很广，含量也较高，在有的样品中成为主要分子。在长1孔的18块含硅藻样品中都有此种的壳体，但在大多数样品中它的含量很少，仅在6号和10号样品中含量在5—8%之间。冲绳海槽也有发现。

波纹辐裥藻巴巴特变种 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs var. *barbadensis* Schmidt

(图版 66，图 4)

1874 *Actinoptychus undulatus* var. *barbadensis*, Schmidt, pl. 1, fig. 5。

壳面圆盘形，直径 35—46μm，壳面分成六块，凸凹相间排列，凸出的三块和凹入的三块组成两组，同一组花纹相似。凸出的三块靠外缘中部各有一个锥形小突起。凹入的三块边缘中部无小突起，但壳缘有6—7个小圆锥形突起。壳面花纹清楚，除 10μm 内具4—5个六角形孔外，其上有细点纹，约15个左右。壳面中央有六角形的无纹区。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

波纹辐裥藻八叶变型 *Actinoptychus undulatus* f. *octoplicata* Cl.-Eu.

(图版 69，图 24—25)

1948 *Actinoptychus undulata* f. *octoplicata*, Cl.-Eu., p. 175, pl. 10, fig. 46.

1978 *Actinoptychus undulata* f. *octoplicata*, Gleser et al., pl. XXVIII, fig. 8; pl. XXIX, fig. 13; pl. XXXII, fig. 3.

壳面圆盘形，直径32—38μm。壳面分成八块，扇形，每块凹凸相间，凸出的四块，每块靠中部边缘各有一个小锥形突起，凹入的四块无锥形突起。细孔纹明显，10μm 内有12—16个。该变型与原变种的主要区别：壳面分成八块，细孔纹非常明显。

讨论 Clevr-Euler (1948)根据壳面分成八块与原变种相区别。而Van Landingham (1967) 根据壳面孔纹构造将该变型并入波纹辐裥藻，而波纹辐裥藻的壳面一般分成6块。Cleve-Euler(1948) 根据壳面块数的不同，形态构造的一致而建立的八叶变型是可成立的。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪及第四纪海相沉积物中。

三叉状辐裥藻（比较种） *Actinoptychus* sp. cf. *Actinoptychus trinacriformis* Cheng et Chin

(图版 66，图 9)

讨论 壳面圆盘形，直径 45—51μm。形态构造特征与金德祥，程兆第 (1980) 描述的标本基本相同，不同点主要是：原描述标本直径为 60μm，中部特殊的似海绵骨针的三叉形隆起非常清楚，本文描述的标本三叉形隆起区不是十分清楚。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽第四纪沉积。

斑盘藻属 *Stictodiscus* Greville, 1861

加利福尼亚斑盘藻（原变种） *Stictodiscus californicus* Grev. var. *californicus*

(图版 66，图 12—13)

1882 *Stictodiscus californicus*, Schmidt, pl. 74, figs. 4, 5。

1982 *Stictodiscus californicus*, 金德祥等，50页，图版10，图76。

讨论 该种的个体大小变化很大，金德祥等（1982）在东海大陆架表层沉积物中描述的标本直径118μm，Proschkina-Lavrenko(1949）文中记载直径是50—100μm，作者观察的标本直径48—65μm，壳面直径的变化是比较大的。

生境与分布 海水生活。在海相沉积中，往往是从晚白垩至中新世地层中广泛分布，晚第四纪至现代海洋中亦有出现。见于冲绳海槽晚第四纪沉积。

加利福尼亚斑盘藻网纹变种 *Stictodiscus californicus* var. *areolata* Grun.

（图版 66，图 11）

1882 *Stictodiscus californicus* var. *areolata*, Schmidt, pl. 74, fig. 6.

1944 *Stictodiscus californicus* var. *areolata*, Hustedt, pl. 453, figs. 2—11.

壳面圆盘形，直径 46—75μm。壳面孔纹圆形，凸起成乳头状，排列稀疏，外围呈放射状排列，其间空白射线粗而明显，中部孔纹呈网纹状排列，中心有一个明显的网孔。

生境与分布 海水生活。分布于第四纪海相沉积物中及冲绳海槽表层沉积。

加利福尼亚斑盘藻（比较种） *Stictodiscus* sp. cf. *Stictodiscus californicus* Grev.

（图版 66，图 10）

讨论 描述的标本在样品中仅见个别，定种较为困难，根据标本的形态特征和孔纹的排列方式与*Stictodiscus californicus*比较相似，但前者孔纹呈乳头状，后者非乳头状。而孔纹的构造特征又与*Stictodiscus johnsonianus* Grev. 相似，但前者壳面是圆形，而后者的壳面呈近四方形。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

眼纹藻科 Eupodiscaceae

眼纹藻属 *Auliscus* Ehrenberg, 1843

眼纹藻 *Auliscus incertus* Schmidt

（图版 65，图 12）

1886 *Auliscus incertus*, Schmidt, pl. 89, figs. 18—19.

1928 *Auliscus incertus*, Hustedt, p. 522, fig. 296.

1982 *Auliscus incertus*, 金德祥等，42页，图版6，图50—51。

生境与分布 海洋沿岸带生活。曾在我国福建厦门的现代海水中发现，过去在化石中尚未有记录，在东海冲绳海槽晚第四纪沉积物中出现，但数量是相当少的。

辐环藻属 *Actinocyclus* Ehrenberg, 1837

八孔辐环藻 *Actinocyclus octonarius* Ehr.

（图版 66，图 3）

1979 *Actinocyclus octonarius*, Abbott et Andrews, p. 231, pl. 1, fig. 4.

1980 *Actinocyclus octonarius*, Andrews, p. 23, pl. 1, fig. 1; pl. 4, fig. 1.

壳面圆盘形，中央扁平。壳面直径 68—89μm。壳壁厚，壳缘狭，具射出状短条纹，10μm中有8—10条。壳面孔纹排列成规则的束状，共 8—14 束，每束孔纹以中线作近似阶梯状平行排列，10μm中有8—9条，8—9个孔。束与束之间被一条排列较紧密的孔纹分开，在孔条纹的末端有一个明显的鼻孔状的刺。中心区有一个明显的独立孔纹。一个透明的眼点在壳缘的内侧。

讨论 标本的形态构造与Andrews（1976，1986）和 Abbott et Andrews(1979）的图相同，Van Landingham(1967）认为八孔辐环藻是爱氏辐环藻（*Actinocyclus ehrenbergii*）的同义名，据作者的观察，八孔辐环藻的孔纹构造排列与爱氏辐环藻是不同的。因此仍沿用*Actinocyclus octonarius* Ehr.(1838）是正确的。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽表层沉积及第三纪、第四纪海相沉积物中。

爱氏辐环藻 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs

（图版 63，图 1；图版 65，图 16，17）

1927—1930 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs p. 525, f. 298.

1951 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *genuinus*, Cl-Fu., p. 81, fig. 144a.

1965 *Actinocyclus ehrenbergii*, 金德祥等，55页，图版Ⅶ，图8。

讨论 标本壳面直径 67—85μm。壳壁相当宽，在壳缘内侧有一圈由紧密的孔纹组成颜色较深的缘带。正中心孔纹稀，不规则排列。壳面孔纹的排列与爱氏辐环藻辣氏变种 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *ralfsii*（W. Sm.）Hust. 有些相似，但前者不规则中心区小，而后者大，点纹间无纹区较大，使孔纹组成许多同心圆。

生境与分布 此种生活于海水—半咸水中，是一种分布甚广的广生种，但以温带水域中数量为最多。常见于新第三纪，第四纪间冰期海相沉积物中。

在我国南黄海和东海海域及冲绳海槽的表层沉积物中都有分布，通常情况它的含量很少。在长 1 孔的19块含硅藻样品中都有分布，但含量都很少。

爱氏辐环藻优美变种 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Bréb.) Hust.

（图版 65，图 15；图版 66，图 2）

1929 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella*, Hustedt, p. 530, figs. 302.

1982 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella*, 金德祥等，44页，图版6，图55—57.

比较 与原变种的主要区别：壳面孔纹分成 4 或 6 束（金德祥等记载有 8 或 12 束），孔纹圆形，每束内孔纹以中线作平行排列，阶梯状不明显，孔纹中央较稀，10μm 内 6—7 个。壳缘宽，具辐射状条纹，10μm内10—13条。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽表层沉积中，分布于新第三纪、第四纪间冰期的海相沉积物中。

爱氏辐环藻厚缘变种 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (W. Sm.) Hust.

（图版 65，图 13—14）

1929 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa*, Hustedt, p. 529, fig. 301.

1982 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa*, 金德祥等，44页，图版7，图68。

比较 所见标本比金德祥（1982）观察的标本要小，直径最大为38μm，壳面外围不规则排列的螺旋状或短点条纹明显。

生境与分布 海水生活。分布于新第三纪、第四纪及冲绳表层沉积物中。

半盘藻属 *Hemidiscus* Wallich, 1860

楔形半盘藻 *Hemidiscus cuneiformis* Wallich

（图版 69，图 22）

1930 *Hemidiscus cuneiformis*, Hustedt, p. 904, fig. 543e.

1982 *Hemidiscus cuneiformis*, 金德祥等，46页，图版7，图62。

生境与分布 海水生活。分布于冲绳海槽晚第四纪及表层沉积物中。

盒形藻科 Biddulphiaceae

三角藻属 *Triceratium* Ehrenberg, 1839

蜂窝三角藻 *Triceratium favus* Ehr.

（图版 66，图 14）

1885 *Triceratium favus*, Schmidt, pl. 82, figs. 1, 3, 4.

1949 *Triceratium favus*, Proschkina-Lavrenko, p. 168, pl. 63, fig. 3.

1982 *Triceratium favus*, 金德祥等，55页，图版11，图87。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪沉积中。

角毛藻科 Chaetoceraceae

角毛藻属 *Chaetoceros* Ehrenberg, 1844

洛氏角毛藻（休眠孢子） *Chaetoceros lorenzianus*

（图版 64，图 16；图版 67，图 10，11，15，16）

1896 *Dicladia capreolus* Ehrenberg p. 426, f. 144.

1930, *Chaetoceros lorenzianus*, Hustedt, p. 679, fig. 385.

1965 *Chaetoceros lorenzianus*, 金德祥等，115页，图92A—C。

讨论 孢子的特征：初生壳有两个锥状突起，锥顶各生一个多次二分枝的实心长刺（所见化石标本实心长刺保存不完全），次生壳具一或二个明显的低突起，有时不易见。壳面椭圆形，平滑无纹，锥状突起在壳面观呈两个大孔纹。

生境与分布 本种为沿岸广温种，经常见暖海中。新第三纪至第四纪沉积中均有分布。因其活体壳壁很薄不易在地层中保存下来，所以在沉积物中得到是它们的休眠孢子。在长1孔中有9块含硅藻样品中见到此类休眠孢子，但含量都很稀少。在冲绳晚第四纪沉积中也有发现。

窄隙角毛藻 *Chaetoceros affinis* Lauder

（图版 67，图 14）

1930 *Chaetoceros affinis*, Hustedt, p. 695, fig. 396.

1931 *Chaetoceros affinis*, Skvortzow, p. 106, pl. 4, fig. 2.

1957 *Chaetoceros affinis*, 朱树屏等，47页，图119。

样品中未发现细胞链，仅见休眠孢子。孢子的形态构造特征：初生壳如丘状突出，壳面遍生许多小刺，近放射状排列、成熟初生壳边缘尚有一圈小点，次生壳中部明显凸起，有几条长刺。

生境与分布 海水生活，沿岸广温性种。分布于海相第四纪沉积物及冲绳海槽表层沉积。

圆柱角毛藻 *Chaetoceros teres* Cleve

（图版 67，图 12）

1896 *Chaetoceros teres*, Cleve, p. 30, fig. 7.

1930 *Chaetoceros teres*, Hustedt, p. 681, fig. 386.

1957 *Chaetoceros teres*, 朱树屏等，68页，图23。

样品中仅见休眠孢子，未见生活细胞链。休眠孢子的形态构造：孢子呈球形或凸镜形，初生壳面比次生壳面更为凸出，壳面平滑无纹。

生境与分布 本种为北温带或北方沿岸的海水种。分布于冲绳海槽晚第四纪沉积物中。

劳德角毛藻 *Chaetoceros lauderi* Ralfs

（图版 67，图 2）

1921 *Chaetoceros weissflogii* Schütt, in Schmidt, pl. 341, figs. 5—7.

1930 *Chaetoceros lauderi*, Hustedt, p. 683, fig. 387.

1951 *Chaetoceros lauderi*, Cleve-Euler, p. 99, fig. 190.

样品中仅见个别的休眠孢子，未见生活细胞链。休眠孢子的形态构造特征：孢子呈半头状，只有初生壳，初生壳强烈凸出，基部（靠近环带）明显凹入，很像头部和颈部，初生壳面分布稀密不均匀，长短不一的刺，刺的茎部彼此不连接，靠近环带边缘有一圈纵向排列，长短不等的线纹，次生壳的位置分布有长形的线纹（此特征在观察的标本上未见）。

生境与分布 海水生活。分布于冲绳海槽表层沉积及第四纪海相沉积物中。

等片藻科 Diatomaceae

缝舟藻属 *Rhaphoneis* Ehrenberg, 1844

比利时缝舟藻 *Rhaphoneis belgica* Grun.

（图版 68，图 15）

1896 *Rhaphoneis belgica*, Van Heurck, p. 330, pl. 10, fig. 396.

1949 *Rhaphoneis belgica*, Proschkina-Lavrenko, p. 220, pl. 101, fig. 4.

1982 *Rhaphoneis belgica*, 金德祥等，173页，图版46，图494。

讨论 描述的标本壳长45μm，宽20μm，点条纹10μm内7—8条。

生境与分布 海水沿岸生活。分布于新第三纪、第四纪间冰期及冲绳晚第四纪海相沉积物中。

双角缝舟藻 *Rhaphoneis amphiceros* Ehr.

(图版 68，图 22)

1849 *Odontidium amphiceros* (Ehr.), Kuetzing, p. 13.

1911 *Rhaphoneis amphiceros*, Hustedt, pl. 269, figs. 45—46, 50—55.

1986 *Rhaphoneis amphiceros*, Andrews, p. 528, pl. 8, fig. 3; pl. 11, fig. 4.

壳面宽橄榄形或宽椭圆形，壳端微成嘴状。壳长35—43μm，宽24—29μm。壳面孔纹较粗，10μm内10—11个，由孔组成的条纹呈弧状弯曲，10μm内10—11条。拟壳缝狭线形。

生境与分布 海水生活。分布于冲绳海槽晚第四纪沉积中及中新世至全新世海相沉积物中，现代海洋中也有出现。

双菱缝舟藻 *Rhaphoneis surirella* (Ehr.) Grunow, 1880

(图版64，图 7—8)

1896 *Rhaphoneis surirella* (Ehr.?) Grunow, p. 330, pl. 10, f. 397.

1931—1959 *Rhaphoneis surirella* (Ehr.) Grunow p. 173, f. 679 a-c.

1982 *Rhaphoneis surirella*, 金德祥等，174页，图版46，图495—496。

生境与分布 海生种。据金德祥等（1980）记载，此种在长江水舌与黄海沿岸水流交汇处的表层沉积物中壳体含量很多。在长1孔中有18块含硅藻样品中见到此种的壳体，但它们的含量都很稀少。

双菱缝舟藻（原变种） *Rhaphoneis surirella* (Ehr.) Grun. var. *surirella*

(图版 68，图 20)

1896 *Rhaphoneis surirella*, Van Heurck, p. 330, pl. 10, fig. 397.

1949 *Rhaphoneis surirella*, Proschkina-Lavrenko, p. 221, pl. 101, fig. 7.

1953 *Rhaphoneis surirella*, Cl.-Eu., p. 28, fig. 341.

壳披针椭圆形至椭圆形，末端宽圆形。壳长 33—41μm，宽 13—17μm。壳面孔纹粗大，10μm 内9—10 个，由孔纹组成的条纹在中部平行排列，两端微微射出状排列，10μm内6—7条。拟壳缝中部狭线形，近两端明显加宽呈椭圆形。

生境与分布 海水生活。分布于冲绳海槽晚第四纪沉积中及第三纪、第四纪海相沉积物中。

双菱缝舟藻澳洲变种 *Rhaphoneis surirella* var. *australia* (Petit) Grun.

(图版 68，图 21)

1881 *Rhaphoneis surirella* var. *australia*, Van Heurck, pl. 36, fig. 27B.

1926 *Dimerograma australe*, Boyer, p. 194.

1949 *Rhaphoneis surirella* var. *australia*, Proschkina-Lavrenko, p. 221, pl. 101, fig. 8.

比较 本变种与原变种的主要区别：拟壳缝的形状不同，拟壳缝在中部相当宽，形似亚铃状。

生境与分布 海水生活。见于冲绳晚第四纪沉积物中。

菱形缝舟藻 *Rhaphoneis rhombica* (Grun.) Andrews

(图版 68，图 17)

1881 *Rhaphoneis amphiceros* var. *rhombica*, Van Heurck, pl. 36, figs. 20—21.

1978 *Rhaphoneis rhombica*, Andrews, p. 388, pl. 3, figs. 30—31.

1986 *Rhaphoneis rhombica*, Andrews, p. 530, pl. 8, fig. 5; pl. 11, fig. 7.

壳面菱形椭圆形，末端尖圆形。壳长25—31μm，宽20—23μm。壳面孔纹粗大，10μm内约8个左右，由孔组成的条纹常常长短相间，在中部微射出状排列，两端明显的弧状弯曲，10μm内8—9条。拟壳缝狭线形，极端无纹。

生境与分布 海水生活。分布于冲绳海槽晚第四纪沉积物及中中新世至全新世海相沉积物中。

阔缝舟藻 *Rhaphoneis obesula* Hanna

(图版 68，图 18)

1932 *Rhaphoneis obesula*, Hanna, p. 214, pl. 16, fig. 1.

1949 *Rhaphoneis obesula*, Proschkina-Lavrenko, p. 220, pl. 99, fig. 7.

壳面中部相当宽阔，几乎成圆形，末端宽喙状。壳长20μm，宽约16μm左右。壳面孔纹粗大，10μm内10个左右，由孔组成的条纹明显射出状排列，10μm内8—9条，中部孔纹组成的条纹长短相间不明显。拟壳缝窄披针形。

生境与分布 海水生活。这是一个已绝灭的化石种，最早记录在美国中新世地层中。分布范围小。这次记录在冲绳海槽晚第四纪沉积中。

结节藻属 *Rutilaria* Greville, 1863

阔结节藻（新种） *Rutilaria obesula* Li, (sp. nov.)

(图版 67，图 6)

正型标本 冲绳889—12(1)，图版67，图6。

壳面阔椭圆形，末端尖但不延长。壳面纵轴和横轴对称。壳长35μm左右，宽30μm左右。壳面构造：壳面内缘有一圈分布较均匀的齿状突，10μm内有9—11个，壳面有密集排列的点和刺，无规则的相间排列，壳面中心区具有较小的螺旋形的脊纹（结节）。

讨论 结节藻属的种基本上是绝灭的化石种，只有个别种在现代海洋中发现。该属的种一般在其末端是很延长的，当前的标本其末端如此短尖在该属的种中未曾见过，但根据其壳面构造特征应归于此属无疑。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪沉积。

斑条藻属 *Grammatophora* Ehrenberg, 1839

小沟斑条藻 *Grammatophora hamulifera* Ktz.

(图版 67，图 17)

1849 *Grammatophora hamulifera*, Kuetzing, p. 120.

1950 *Grammatophora hamulifera*, Proschkina-Lavrenko, p. 13, pl. 3, figs. 7a-v.

1982 *Grammatophora hamulifera*, 金德祥等，180页，图版48，图529—530。

讨论 在样品中仅见狭椭圆形的壳面，长方形的壳环面未见着。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪沉积。

北方斑条藻 *Grammatophora arctica* Cl.

(图版 67，图 18)

1931 *Grammatophora arctica*, Hustedt, p. 38, fig. 563.

1950 *Grammatophora arctica*, Proschkina-Lavrenko, p. 13, pl. 4, figs. 1a-b.

壳面线披针形，中部微微膨大，末端宽圆形，壳面长 30—47μm，宽 8—14μm。未见壳环面。

生境与分布 海水生活。分布于第四纪间冰期和冲绳海槽晚第四纪海相沉积。

海线藻属 *Thalassionema* Grunow, 1885

菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides* Grun.

(图版 67，图 19,28)

1885 *Thalassiothrix nitzschioides*, Van Heurck, pl. 43, figs. 7—10.

1950 *Thalassionema nitzschioides*, Proschkina-Lavrenko, p. 56, pl. 19, figs. 2a-b.

细胞以胶质相连成星状或锯齿状群体，壳环面狭棒形，直或微弯曲。壳面呈线棒状，两端圆钝形。壳长36—75μm，宽4—5μm。壳缘有非常细小的刺，10μm 中有 8—10根。壳面两侧有短线纹，在两面两端各有一个细小的粘液孔。

生境与分布 本种分布极广，世界性种类。在温带海域的沿岸带常常大量出现。见于第三纪、第四纪间冰期及冲绳海槽的晚第四纪海相沉积物中。

卵形藻科 Cocconeiaceae

卵形藻属 *Cocconeis* Ehrenberg, 1838

拟卵形藻 *Cocconeis pseudomarginata* Greg.

(图版 67，图 27)

1880 *Cocconeis pseudomarginata*, Van Heurck, pl. 29, figs. 20-21.

1933 *Cocconeis pseudomarginata*, Hustedt, p. 359, fig. 813.

1982 *Cocconeis pseudomarginata*, 金德祥等，190页，图版51，图573。

讨论 标本的形态特征与 *Cocconeis duplex* A. S. 非常相近，而 Van Landingham (1968)将其并入 *Cocconeis pseudomarginata* var. *intermedia* Grun.，但该变种的下壳面壳缝微呈"S"形，这与观察的标本壳缝是直线形有所区别，仍放入原变种为宜。

生境与分布 海水生活。见于第四纪间冰期和冲绳海槽的晚第四纪沉积物中。

异向卵形藻（原变种） *Cocconeis heteroidea* Hantzsch var. *heteroidea*

（图版 67，图 21，24）

1891 *Cocconeis heteroidea*, De Toni, p. 456.

1895 *Eucocconeis heteroidea*, Cleve, 178.

1982 *Cocconeis heteroidea*, 金德祥等，192页，图版52，图580—581。

讨论 观察的标本壳长 32—39μm，宽 20—25μm。上壳面中轴区较宽，歪斜或略似"S"形，两侧有3—5条镰刀形的歪斜沟。下壳面壳缝微呈"S"形，壳缝末端未达壳缘，中轴区狭。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

异向卵形藻拱纹变种 *Cocconeis heteroidea* var. *curvirotunda* (Temp. et Brun.) Cl.

（图版 67，图 29）

1895 *Eucocconeis heteroidea* var. *curvirotunda*, Cleve, p. 179.

1932 *Cocconeis heteroidea* var. *curvirotunda*, Skvortzow, p. 336, pl. 50 fig. 9.

1982 *Cocconeis heteroidea* var. *curvirotunda*, 金德祥等，192页，图版52，图582。

讨论 壳长46μm，宽40μm。壳面中轴区的两侧有3—5条弧形的沟状纵纹。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

盾形卵形藻 *Cocconeis scutellum* Ehr.

（图版 69，图 9—10）

1880—1885 *Cocconeis scutellum*, Van Heurck, p. 132, pl. 29, fig. 1—3。

1930 *Cocconeis scutellum*, Hustedt, p. 337, fig. 790.

壳面椭圆形，壳长33—36μm，宽20—22μm。上壳花纹粗大，呈方格形，每 10μm 中有4—5个，靠近壳边缘每小格又分为两个小方格。中轴区狭线形。下壳有分格的宽缘。点条纹粗大，被纵列的无纹线所隔，成为小方格，每10μm内有4个左右。壳缝直线形。

生境与分布 咸水和海水生活。见于第三纪、第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

透明卵形藻 *Cocconeis pellucida* Hantzsch

（图版 67，图 22）

1893 *Cocconeis pellucida*, Schmidt, pl. 195, figs. 1, 3.

1895 *Eucocconeis pellucida*, Cleve, p. 178.

壳面椭圆形，长36—42μm（最长可达100μm），宽27—32μm（最宽可达70μm）。壳面点条纹呈微微射出状，10μm中有14—16条。与横纹垂直的纵纹每侧有 7—8 条或更多。纵沟在中央，两端呈"S"形。端节不达壳缘。在端节的外缘，有一明显的新月形的无纹区。

生境与分布 广布的海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

极地卵形藻 *Cocconeis arctica* Cleve, 1873

(图版 64，图 1—2)

1895 *Cocconeis arctica* Cleve p. 176.

1931—1959 *Cocconeis arctica* Cleve p. 353, f.

1953 *Cocconeis arctica* Cleve p. 14, f. 506.

壳面椭圆形，壳长34—54μm，宽18—31μm。无壳缝面假壳缝呈线形，中轴区两侧各有一列与顶轴平行的点纹，两侧壳缘附近有短线纹列，微呈放射状排列，10μm 内有 12—14条，壳面中轴区两侧各有一个半椭圆形的空白区。

讨论 此种为海生种。据 Cleve-Euler 记载，此种为极地种。有关此种的插图，在不同文献中颇有差异。在 Hustedt (1931—1959) 的 506 图中，无壳缝面中轴区两侧都有线纹，不存在半椭圆形空白区。在Cleve-Euler所附插图则与Cleve (1895) 所描述的特征相同。我们所见标本的无壳缝面的特征与Cleve-Euler和Cleve所描述的特征相同。

在长1孔的 9 号和40号二块样品中，见到个别壳体，面且都是无壳缝面。

扁圆卵形藻 *Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838

(图版 64，图 3)

1874-(1893) *Cocconeis placentula* Ehreuberg pl. 192, f. 38—44, p'. 193, f. 1-4.

1931-1959 *Cocconeis placentula* Ehreuberg p. 347, f. 802 a-b.

1982 *Cocconeis placentula*, 金德祥等，189页，图版51，图568—569。

生境与分布 此种生活在淡水—半咸水水域内，分布极广。在我国东海地区大陆架的表层沉积物中也曾见到过。在我国西藏地区的一些半咸水湖泊中广泛分布，有时是某些水体中的主要属种。在长1孔中此种呈断续分布，含量都很少，只有个别样品中含量在1%左右。

弯杆藻科 Achnanthaceae

弯杆藻属 *Achnanthes* Bory

圆齿弯杆藻 *Achnanthes crenulata* Grunow, 1880

(图版 64，图 4)

1874-(1937) *Achnanthes crenulata* Grunow pl. 416, f. 16—21.

1895 *Achnanthes crenulata* Grunow p. 195.

生境与分布 此种为淡水—半咸水种。刘师成等 (1984) 曾在我国东海的两江口岸区见到过。在长1孔的一些含硅藻样品也有分布，但含量都很稀少。

舟形藻科 Naviculaceae

斜纹藻属 *Pleurosigma* W. Smith, 1852

艾希斜纹藻 *Pleurosigma aestuarii* (Brèb.) W. Smith

(图版 69，图 1—2)

1896 *Pleurosigma aestuarii*, Van Heurck, p. 251, pl. 6, fig. 258.

1950 *Pleurosigma aestuarii*, Proschkina-Lavrenko, p. 254, pl. 83, Fig. 1.

1982 *Pleurosigma aestuarii*, 金德祥等，74页，图版21，图160，图版22，图161。

讨论 艾希斜纹藻与*Pleurosigma normanii* var. *fossilis* (Grun.) Cleve和*Pleurosigma naviculaceum* Brèb. 都有些相近似，但前者与中者构造相似外形却不同，与后者外形相似而构造又有差异。

生境与分布 海水底栖生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

双壁藻属 *Diploneis* Ehrenberg, 1844

史密斯双壁藻 *Diploneis smithii* (Breb.) Cl.

(图版 68，图 1；图版 67，图32)

1894 *Diploneis smithii*, Cleve, p. 96.

1930 *Diploneis smithii*, Hustedt, p. 253, fig. 402.

1982 *Diploneis smithii*, 金德祥等，110页，图版31，图294—295。

生境与分布 海水和半咸水生活。见于第三纪、第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

光亮双壁藻 *Diploneis nitescens* (Greg.) Cl.

(图版 67，图 25—26)

1894 *Diploneis nitescens*, Cleve, p. 97.

1937 *Diploneis nitescens*, Hustedt, p. 640, fig. 1047.

1982 *Diploneis nitescens*, 金德祥等，112页，图版32，图299—300。

讨论 本种在柱状样中所见个体较多，这是一个沿岸底栖性种类。曾在冲绳海槽表层沉积物中发现。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽第四纪海相沉积物中。

威氏双壁藻 *Diploneis weissflogii* (A. S.) Cl.

(图版 68，图 7)

1894 *Diploneis weissflogii*, Cleve, p. 91.

1950 *Diploneis weissflogii*, Proschkina-Lavrenko, p. 143, pl. 51, fig. 14.

1982 *Diploneis weissflogii*, 金德祥等，105页，图版30，图279。

讨论 在柱状样中标本较多，这是一个广泛分布的海相种。标本大小变化显著，壳长33—62μm，宽11—24μm，中部缢缩部宽6—16μm。

生境与分布 海水生活。见于第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

近圆双壁藻 *Diploneis suborbicularis* (Greg.) Cl.

(图版 67，图31)

1894 *Diploneis suborbicularis*, Cleve, p. 81.

1950 *Diploneis suborbicularis*, Proschkina-Lavrenko, p. 133, pl. 45, fig. 9a—b.

1982 *Diploneis suborbicularis*, 金德祥等，133页，图版300，图266。

生境与分布 是一个广泛出现的海相种，冲绳海槽样中出现的个体数量较多。见于第三纪、第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪沉积物中。

帕登双壁藻（新联合） *Diploneis pudens* (Mann) Li, (comb. nov.)

（图版 68，图 5）

壳面长椭圆形，中部不缢缩或微微缢缩，末端尖或尖圆形。壳长35—40μm，宽11—14μm。中节小，近方形，角接近平行。沟宽，沟内有由单列点组成的条纹，10μm内有 11—12条。横肋纹非常短，肋间几乎是单点，10μm内11—12条。

讨论 观察的标本与Mann（1925）在菲律宾岛海中发现的标本几乎是相同的，Mann将标本归到*Navicula*属中作为该属一新种*Navicula pudens*，作者通过观察，标本在构造上壳缝有角度增厚，壳面有沟，沟内有肋纹，这些是双壁藻的特征。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

淡褐双壁藻海生变种 *Diploneis fusca* var. *pelagi* (A. S.) Cl.

（图版 69，图 3）

1894 *Diploneis fusca* var. *pelagi*, Cleve, p. 93.

1959 *Diploneis fusca* var. *pelagi*, Hustedt, p. 657, fig. 1065.

1982 *Diploneis fusca* var. *pelagi*, 金德祥等，112页，图版32，图298。

生境 当前标本曾在冲绳海槽表层沉积物中见有少数标本，在柱状样品中观察到的标本也很少，海水生活。

蜂腰双壁藻 *Diploneis bombus* Ebr.

（图版 64，图 11；图版 68，图 2）

1875 *Navicula gemina* var. *egena*, Schmidt, pl. 13, fig. 10.

1894 *Diploneis bombus*, Cleve, p. 90.

1982 *Diploneis bombus*, 金德祥等，106页，图版31，图280—281。

讨论 标本在柱状岩心样中所见数量不多，观察到的个体都比较小。壳长25—30μm，宽11—13μm，中部仅7—9μm。中线两侧的纵肋纹一般认为是2—5条，而观察到的标本仅有2条左右。中节方形，角的中部扩大，至末端会聚成花瓶状。

生境与分布 此种为广温性沿岸种，从寒带到热带均有分布。在我国东海海域和冲绳海槽晚第四纪沉相沉积物中都有分布，含量较多在长1孔中的19块含硅藻样品中，有10块样品中含有此种的壳体，但数量都是稀少的。

黄蜂双壁藻可疑变种 *Diploneis crabro* f. *suspecta* (A. S.) Hustedt 1937

（图版 64，图 10）

1894 *Diploneis crabra* var.? *suspecta* A. Schmidt p. 101.

1874 *Navicula suspecta* A. Schmidt pl. 11, f. 12—13, 25, 27.

1982 *Diploneis crabro* f. *suspecta*, 金德祥等，114页，图版33，图308—309。

生境与分布 海生种，分布很广。在我国东海大陆架和冲绳海槽的表层沉积物中分布较广。在长1孔中有13块含硅藻样品中见到此种壳体，但含量都很稀少。

断纹双壁藻 *Diploneis interrupta* (Ktz.) Cl.

(图版 68，图 3)

1894 *Diploneis interrupta*, Cleve, p. 84.

1966 *Diploneis interrupta*, Patrick et Reimer, p. 416, pl. 38, fig. 12.

1982 *Diploneis interrupta*, 金德祥等，103页，图版30，图268。

讨论 观察的标本个体较小，壳长一般在30—34μm，宽10—12μm。

生境与分布 半咸水生活。分布于第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪沉积物中。

粗纹藻属 *Trachyneis* Cleve, 1894

粗纹藻 *Trachyneis aspera* Ehr.

(图版 69，图 7)

1894 *Trachyneis aspera* var. *genuina*, Cleve, p. 191.

1950 *Trachyneis aspera*, Proschkina-Lavrenko, p. 230, pl. 79, fig. 1.

1965 *Trachyneis aspera*, 金德祥等，196页，图版XI，图1。

壳长66—78μm，宽15—18μm。中央有明显的无纹区向两侧扩大，呈扇形，两侧直。

生境与分布 海水底栖生活。见于冲绳海槽晚第四纪沉积物及第三纪、第四纪海相沉积物中。

舟形藻属 *Navicula* Bory, 1822

涸拉舟形藻 *Navicula toulaae* Pant.

(图版 68，图 8)

1895 *Navicula toulaae*, Cleve, p. 44.

1953 *Navicula toulaae* var. *genuina*, Cl.-Eu., p. 120, fig. 740a.

1982 *Navicula toulaae*, 金德祥等，146页，图版41，图397。

讨论 样品中观察到的标本不多。壳长46μm，宽29μm。中轴区狭，近中心区更狭，中心区明显扩大呈圆形。点纹在中央部分较稀并形成波浪状的纵列，10μm 内有 10—12 条。

生境与分布 半咸水生活，也可在淡水中见到。分布于第四纪及冲绳海槽晚第四纪沉积。

拟舟形藻 *Navicula pseudotuscula* Hust.

(图版 68，图 12)

1966 *Navicula pseudotuscula*, Hustedt, p. 787, fig. 1763.

壳面线椭圆形，末端延长呈喙状。壳长37—48μm，宽15—17μm。中轴区狭窄，中心区扩大成不大的横的较规则区。壳缝几乎是直线形。壳面点线纹射出状排列，在 10μm 内

有13—14条，点纹10μm内有10—12个。点纹在靠近中部略形成纵波状。

生境与分布 淡水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

棍棒舟形藻 *Navicula clavata* Greg.

(图版 68，图 19)

1874 *Navicula clavata*, Schmidt et al., pl. 80, fig. 50; pl. 129, fig. 16.

1895 *Navicula clavata*, Cleve, p. 61.

1964 *Navicula clavata*, Hustedt, p. 444, figs. 1509a-c.

壳面椭圆形，末端延长呈喙状。壳长60μm，宽38μm。侧区很宽，新月形，无斑纹。点条纹很密，射出状排列，10μm内约13条左右，点纹相当密，不易分。

生境与分布 海水生活。见于第四纪及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

变色舟形藻 *Navicula versicolor* Grun.

(图版 68，图 9)

1874 *Navicula versicolor*, Schmidt et al., pl. 70, figs. 18—20.

1880 *Navicula versicolor*, Van Heurck, pl. 10, fig. 6.

1964 *Navicula versicolor*, Hustedt, p. 529, fig. 1567.

壳面椭圆形至线椭圆形，末端宽圆形。壳长41—52μm，宽21—25μm。壳缝直，端壳缝长而明显。两侧区较宽，约占壳面的1/2或2/3，侧区内无纹，中部略微缢缩，在壳端微向端缝靠拢，形似近钳状。壳面点条纹几乎平行排列，在两端呈射出状排列，10μm 内有9—10条。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

钳状舟形藻 *Navicula forcipata* Grev.

(图版 68，图 13)

1895 *Navicula forcipata*, Cleve, p. 65.

1964 *Navicula forcipata*, Hustedt, p. 531, fig. 1568.

1982 *Navicula forcipata*, 金德祥等，138页，图版38，图370。

钻孔样中发现的标本很少。壳长50μm，宽28μm。两侧区呈明显的钳状。点条纹 10μm内有13—15条。本种曾在冲绳海槽表层沉积物中发现。

生境与分布 海水生活。分布于第三纪、第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

双钝舟形藻（比较种） *Navicula* sp. cf. *Navicula dismutica* Hustedt

(图版 68，图 28)

讨论 壳面菱形披针形至椭圆披针形，边缘略呈波状，末端楔形或平圆形。壳长 27μm，宽9μm。壳缝直。轴区线披针形，中央区横向扩大但不达壳缘。点线纹很密，难于观察。由于标本少，只根据壳面形态特征和轴区形状暂放入双钝舟形藻作为比较种。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

肩部舟形藻缢缩变种 *Navicula humerosa* var. *constricta* Cl.

(图版 68，图 11)

1895 *Navicula humerosa* var. *constricta*, Cleve, p. 43.

1966 *Navicula humerosa* var. *constricta*, Hustedt, p. 721, fig, 1702d.

1982 *Navicula humerosa* var. *constricta*, 金德祥等，143页，图版40，图290。

壳长44μm，宽25μm。点线纹10μm内10—11条，变种主要是壳面两侧中部缢缩。

生境与分布 海水生活。分布于第四纪间冰期及冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

眼睑舟形藻 *Navicula concilians* Cl.

(图版 69，图 4)

1895 *Navicula concilians*, Cleve, p. 54, pl. 1, fig. 25.

1964 *Navicula concilians*, Hustedt, p. 519, fig. 1559.

壳面线椭圆形至椭圆披针形，末端近喙状。壳长49—54μm，宽21—24μm。壳缝直线形。点条纹在中部略平行，在两端明显放射状排列，在10μm内有11—12条，点16—18个。轴区窄线形，两侧区不达壳端，中心区与侧区基本上不连接。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

艾及司脱舟形藻（比较种） *Navicula* cf. *aggesta* Hustedt. 1966

(图版 64，图 9)

1961—1966 *Navicula aggesta* Hustedt p. 808, f. 1780.

讨论 所见标本与*Navicula aggesta* Hustedt的外形相似，都在中央区的一侧有一个独立小点，其两侧线纹呈长、短相间排列。不同之处是：*N. aggesta*的壳缝呈波曲状，壳面线纹近乎平行排列。

*N. aggesta*原产地在日本，系中新世淡水化石种。

美丽舟形藻 *Navicula spectabilis* Greg.

(图版 68，图 6)

1896 *Navicula spectabilis*, Van Heurck, p. 202, pl. 27, fig. 757.

1950 *Navicula spectabilis*, Proschkina-Lavrenko, p. 203, pl. 65, fig. 7.

1982 *Navicula spectabilis*, 金德祥等，138页，图版38，图372。

本种曾在冲绳海槽表层沉积物中见到。这次在钻孔岩心样中所见标本数量不多，标本壳长75μm，宽35μm。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

截形舟形藻披针变种（新变种） *Navicula truncatula* Hust. var. *lanceolata* Li, (nov. var.)

(图版 69，图 11)

正型标本 冲绳889—13(1)。图版120，图11

壳面椭圆披针形，末端近平截形。壳长39μm，宽19μm。壳缝直线形。轴区狭线形，中心区扩大近圆形。点线纹射出状排列，中部长短相间排列，10μm内 11—12 条，线条纹由明显的点组成；点相当密，10μm 内 24—25个。变种与原种的主要区别：壳面为椭圆披针形，点条纹中的点纹数比原种要多。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

埃耳舟形藻（比较种） *Navicula* sp. cf. *Navicula alpha* Cleve

（图版 68，图 14）

壳面椭圆形或椭圆披针形，末端尖或近喙状。壳长48—59μm，宽21—25μm。壳缝直线形。轴区线形，中心区扩大，小近圆形。点条纹明显，射出状排列，中央部分呈不显著的长短相间，中央区一侧有 1 个独立点纹，点线纹10μm内11—12条，点12—13个。

比较 此标本形态特征与 *Navicula alpha* Cl. 非常近似，但前者有独立小点，点条纹粗而少。与*Navicula radiopunctata* Hust. 的区别是，后者的点条纹和点纹比前者密而多。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

胃状舟形藻（比较种） *Navicula* sp. cf. *Navicula gastrum* (Ehr.) Ktz.

（图版 68，图 10）

比较 此标本的形态和构造特征与*Navicula gastrum* (Ehr.) Ktz. 非常相近，但后者在以往的描述中，点线纹中的点是不易区分的，据Hustedt (1966) 的记载：线条纹是由多孔（点）组成，在10μm中可达25个。这和当前标本差异较大。从点线纹的构造看又与*Navicula amphibola* Cleve有些相似，但形态又不甚相同。

生境与分布 海水或淡水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

羽纹藻属 *Pinnularia* Ehrenberg, 1840

北方羽纹藻 *Pinnularia borealis* Ehr.

（图版 68，图 27）

1930 *Pinnularia borealis*, Hustedt, p. 326, fig. 597.

1950 *Pinnularia borealis*, Proschkina-Lavrenko, p. 218, pl. 78, fig. 3.

1982 *Pinnularia borealis*, 金德祥等，131页，图版37，图353。

生境与分布 淡水生活。见于冲绳海槽晚第四纪沉积物及第四纪陆相沉积物中。

窗纹藻科 Epithemiaceae

窗纹藻属 *Epithemia* Brébisson 1838

光亮窗纹藻延长变种 *Epithemia argus* var. *protracta* A. Mayer

（图版 69，图 8）

1952 *Epithemia argus* var. *protracta*, Cl.-Eu., p. 85, figs. 1406k, i, n.

1975 *Epithemia argus* var. *protracta*, Patrick et Reimer, p. 177, pl. 23, fig. 5.

壳面背缘明显凸出，腹缘微微凹入，末端窄，微弯曲，不延长或微呈喙状。壳长31μm，宽9μm。管壳缝靠近腹缘，中结节靠近背缘。肋条10μm中大约3条左右，窝孔纹10μm内12列左右。

生境与分布 淡水生活。见于冲绳海槽晚第四纪沉积物及第四纪陆相沉积物中。

菱形藻科 Nitzschiaceae

菱板藻属 *Hantzschia* Grunow, 1880

双尖菱板藻 *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.

(图版 69，图 13—14)

1874 *Hantzschia amphioxys*, Schmidt, pl. 329, figs. 11, 12, 15—20.

1950 *Hantzschia amphioxys*, Proschkina-Lavrenko, p. 312, pl. 97, figs. 1a-b.

1982 *Hantzschia amphioxys*, 金德祥等，207页，图版55，图644—651。

讨论 双尖菱板藻往往生活在淡水中或半咸水中，在钻孔样中所见标本不多。

生境与分布 淡水或半或水生活。见于冲绳海槽及新第三纪、第四纪非海相沉积物中。

菱形藻属 *Nitzschia* Hassall, 1845

卵形菱形藻 *Nitzschia cocconeiformis* Grun.

(图版 69，图 12)

1921 *Nitzschia cocconeiformis*, Hustedt, pl. 331, figs. 17—18.

1982 *Nitzschia cocconeiformis*, 金德祥等，213页，图版56，图676—677。

讨论 观察的标本一般个体较小，壳长30—35μm，宽14—17μm。这和De Toni (1892) 记载的大小接近，比金德祥等 (1982) 记录的要小。中央纵槽狭舟形。肋纹10μm内有7条左右。

生境与分布 海水底栖生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

琴式菱形藻微小变种 *Nitzschia panduriformis* var. *minor* Grun.

(图版 69，图 16)

1881 *Nitzschia panduriformis* var. *minor*, Van Heurck, pl. 58, fig. 4.

1950 *Nitzschia panduriformis* var. *minor*, Proschkina-Lavrenko, p. 324, pl. 96, fig. 5.

1982 *Nitzschia panduriformis* var. *minor*, 金德祥等，211页，图版56，图670—671。

讨论 观察到的标本个体都比较小，壳长35μm左右，宽13μm左右。

生境与分布 海水底栖生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

琴式菱形藻柔细变种 *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula* Grun.

(图版 69，图 15)

1881 *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula*, Van. Heurck, pl. 58, fig. 5.

1955 *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula*, Cl. -Eu., p. fig. 1425d.

1950 *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula*, Proschkina-Lavrenko, p. 324, pl. 96, fig. 4.

壳面椭圆形，中部凹入，两端楔喙状。壳长30μm左右，宽14μm左右。船骨突在壳的边缘，较细小，在10μm内有10—12个，点条纹细，10μm内有21—22条。纵槽较宽，槽内有细点纹。

生境与分布 海水生活。见于第四纪间冰期、冲绳海槽晚第四纪海相沉积。

边缘菱形藻 *Nitzschia marginulata* Grun.

(图版 69，图 17)

1881 *Nitzschia marginulata*, Van Heurck, pl. 58, fig. 13.

1950 *Nitzschia marginulata*, Proschkina-Lavrenko, p. 319, pl. 100, fig. 2.

1982 *Nitzschia marginulata*, 金德祥等，215页。

讨论 观察的标本一般比较小，壳长50—65μm。点条纹细，10μm内有23—24条，船骨点很小，10μm内有11—12点。

生境与分布 海水生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

双菱藻科 Surirellaceae

褶盘藻属 *Trybliоptychus* Hendey, 1958

卵形褶盘藻 *Trybliоptychus cocconeiformis* (Cl.) Hendey

(图版 64，图 5，6；图版 68，图24，25)

1958 *Trybliоptychus cocconeiformis*, Hendey, p. 46.

1982 *Trybliоptychus cocconeiformis*, 金德祥等，226页，图版61，图762—763。

讨论 观察的标本大小差别较大，壳长16—27μm，宽15—26μm。壳面几乎都是近圆形，尚未见椭圆形。

生境与分布 海生种。见于福建沿海含量少。冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中也见到。据金德祥等（1980）记载，在钱塘江口的表层沉积物中含量较多。在刘师成等(1984)一文中所记，在苏北沿岸区和两江沿岸区的沉积物中，此种含量很多，最高可达5.05%。在长1孔的含硅藻样品中均有分布，但在下部样品中含量都很少，上部样品中含量则较多，在10号样品中此种壳体含量达4.04%。

双菱藻属 *Surirella* Turpin 1828

流水双菱藻 *Surirella fluminensis* Grun.

(图版 69，图 18)

1932 *Surirella fluminensis*, Skvortzow, p. 159, pl. 1, fig. 5.

1982 *Surirella fluminensis*, 金德祥等，230页，图版64，图780—782。

讨论 样品中标本较少，个体也小。壳长33μm，宽21μm。杯状肋纹很长，基部很短，10μm内有2.5—3条，中轴区弯线形，其边缘没有点纹。

生境与分布 海水底栖生活。见于冲绳海槽晚第四纪海相沉积物中。

硅鞭藻类 Silicoflafellate

十字形等刺硅鞭藻小形变型 *Dictyocha crux* f. *parva* Bachmamn and other, 1967

(图版 64, 图 15)

1967 *Dictyocha crux* f. *parva* Bachmamn *et al*, p. 85, pl. 52, f. 8—25.

底环呈菱形，每一底边的中部有一顶杆向上突出，四根顶杆在上部连成一个方形小口，每一底边上有一根短刺。直径20—25μm。

讨论 此种从中新世—现代海相沉积物中都有发现。在长1孔中有5块含硅藻样品中见到此种，但数量都很稀少。

对齿等刺硅鞭藻 *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1844

(图版 64, 图 13—14)

1968 *Dictyocha epiodo* Ehrenberg p. 90, pl. 9, f. 15—17.

底环呈菱形，每二条底边相交处有一尖刺。底环的每一条边的内侧有一短刺；两条相邻的底边通过一根弯形小杆相联，两条弯形小杆之间由一根纵向顶杆将它们相联。

讨论 此种与*Dictyocha fibula*很相像，差别之处是 *Dictyocha fibula* 底环的每一条底边都是光滑的，其内侧不具短刺。

五、钙质超微化石

首次对东海陆架4口深井及海底浅层样的系统研究结果表明，陆架含丰富的钙质超微化石群（约18科43属120余种）。台北坳陷大量晚古新世至始新世超微化石及较完整化石带（NP5—NP9带、NP10带、NP12—14带、NP17带）的发现，肯定了东海陆架海相上古新统至始新统的存在。其上为常见的上新统至第四系超微化石和NN15—16、NN18—21化石带，指示海相上新统至第四系在陆架广泛发育。中新世超微化石少见，为陆架主要陆缘期。始、渐新统还偶见含超微化石的极薄的白垩层，显示海泛的存在。白垩纪超微化石和早古新世超微化石的再沉积，预示着陆架海相下古新统、白垩系的存在和构造的频繁活动。

(一) 钙质超微化石特征与地质时代

东海大陆架几口深井及海底浅层样的钙质超微化石（如表8—11所示）垂直分布特征表明，在台北坳陷发育有丰富的晚古新世至中始新世钙质超微化石群。在东海大陆架，渐新世超微化石罕见，中新世中晚期发育有NN5带分子，上新世中晚期至第四纪出现以NN15带、NN18带至NN21带分子为主的化石群。

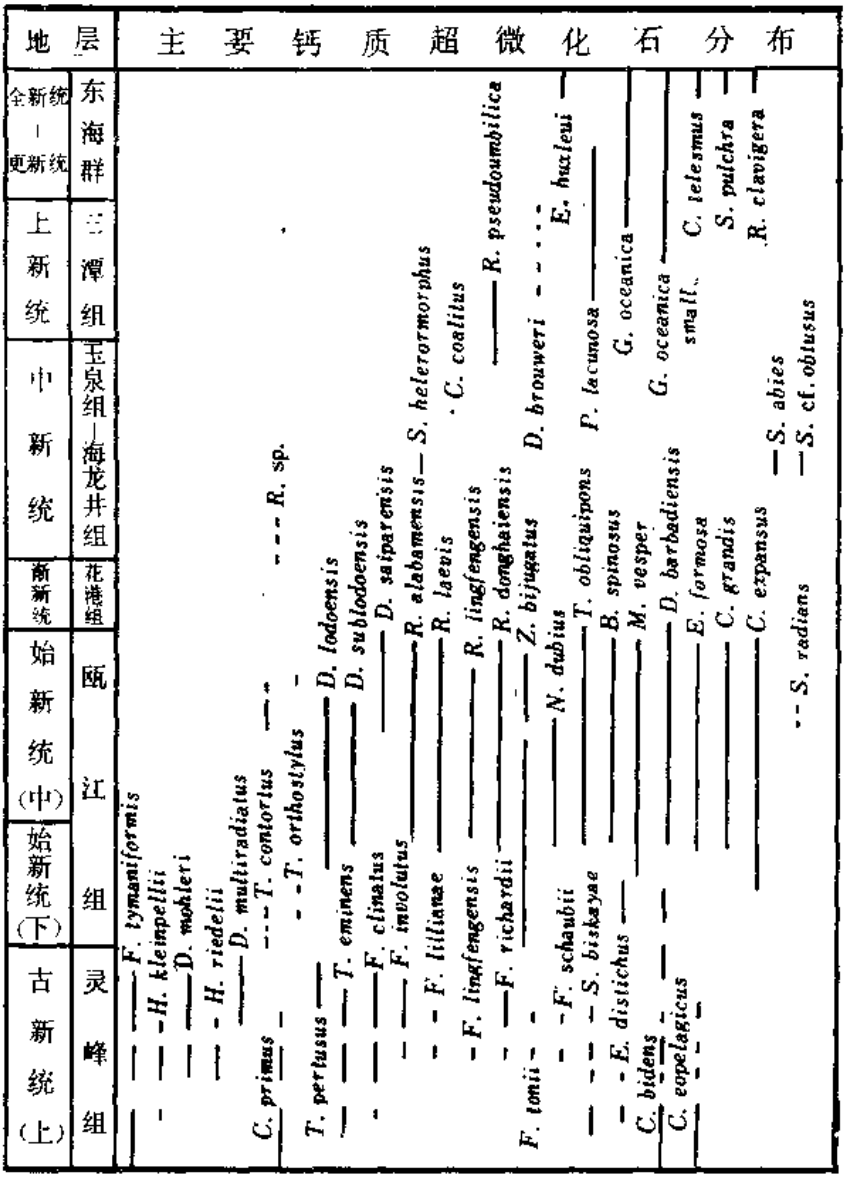
现将各组化石组合自下而上综述如下（表12,13）：

第一组合 仅见于灵峰组，其中化石数量和种类均较丰富且保存完好。此组合相当于NP5—NP9超微化石带。

NP5至NP9带化石分子见于欧洲晚古新世他奈丁阶（Thanetian），其中*Fasciculithus*

表 12　东海主要钙质超微化石地层分布表

Tab. 12　Stratigraphic range of important calcareous nannofossil species in the Donghai



involutus（错杂簇形石藻）、*Toweius eminens*（突起托氏颗石藻）、*T. pertusus*（具孔托氏颗石藻）、*Chiasmolithus bidens*（之字叉心颗石藻）、*Marklius inversus*（倒转马凯颗石藻）、*Coccolitus eopelagicus*（原海洋颗石藻）、*Neochiastozygus distentus*、*Sphenolithus primus*（原始楔形石藻）、*Lithostromation perdurum*（延长角垫石藻）等虽可延至始新世但在晚古新世仍为优势种。其余属种如 *Fasciculithus clinatus*（倾斜簇形石藻）、*F. lillianae*（百合簇形石藻）、*F. richardi*（莱德簇形石藻）、*F. schaubii*（肖布簇形石藻）、*F. tonii*（托恩簇形石藻）、*F. tympaniformis*（鼓形簇形石藻）、*Semihololithus biskayae*（双卡耶半全颗石藻）、*Heliolithus kleinpellii*（克兰佩尔日颗石藻）、*H. riedellii*（莱德日颗石藻）、*Ellipsolithus distichus*（双列椭圆颗石藻）、*Zygodiscus bramle-*

表 13 东海新生代钙质超微化石带及其对比

Tab. 13 Zones of Cenozoic Calcareous Nannofossils in the Donghai

年代地层 (Ma)	国际超微化石带		东海		台湾*	
	岗田尚武与巴克顿 1980	马廷尼 1986	地层	超微化石带	超微化石带	时代
全新统	CN15	NN21	东海群	*E. huxleyi*		Q
更新统	CN14	NN20		*G. oceanica*	NN20	
	CN13	$NN19^{B}_{A}$		*P. lacunsa*	NN19	
1.65						
上新统	CN12	NN18	三潭组	*D. brouweri*	NN16—18	N_2
		NN16—17				
	CNI1	NN15		*R. pseudoumbilica*	NN13—15	
	$CN10B^{C}_{A}$	NN12—14			NN12	
5.20						
中新统	CN7—9	NN9—11	玉泉组—海龙井组		NN11	N_1
	CN6	NN 8		*C. coalitus*	NN7—10	
	CN5 A—B	NN6—7			NN 6	
	CN4	NN 5		*S. heteromorphus*	NN 5	
	CN1—3	NN1—4			NN 4 NN 3 NN 2 NN 1	
25.20						
渐新统	CP16—19	NP27—25	花港组	?	NP24—25 NP21—22	E_3
36.00						
	CP15 A—B	NP18—20	瓯江组			E_2
39.40						
始新统(中)	CP14B	NP17		*D. saipanensis*		
	CP13—14	NP15—16			NP14—15	
	CP12	NP14		*D. sublodoensis*		
48.50						
始新统	CP11	NP13		*D. lodoensis*		
(下)	CP10	NP12		*T. orthostylus*		
	$CP9^{A}_{B}$	NP11				
		NP10		*T. contortus*		
54.00						
古新统	CP8	NP 9	灵峰组	*D. multiradiatus*	NP 9	E_1
	CP7	NP 8		*H. riedilii*	NP 8	
(上)	CP6	NP 7		*D. mohleri*	NP 7	
	CP5	NP 6		*H. kleinpellii*	NP 6	
	CP4	NP 5		*F. tympaniformis*	NP 5	

* 纪文荣1981年

ttei（布拉姆莱特轮盘颗石藻）、*Discoaster mohleri*(莫氏盘星石藻) *D. multiradialus*(多辐射盘星石藻）等均为世界各地晚古新世的特有种，*Cruciplacolithus primus*（原始十字心颗石藻）、*C. tenuis*（小十字心颗石藻）为古新世的特有种。NP5至NP9化石带从下而上为：

NP5带以*Fasciculithus tympaniformis*首次出现的基准面至*Heliolithus kleinpelli*首次出现的基准面为其范围。在此化石带中除带化石外尚有：*Cruciplacolithus primus*, *C. tenuis*, *Sphenolithus primus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Ellipsolithus* sp. 等，还有较多早古新世早期的*Prinsius tenuiculum*, *Biscutum* sp. 等再沉积的化石分子。东海NP5带可与台湾北港区台西一号井的NP5带化石对比。但根据较多再沉积化石混杂其中分析，东海NP5带的底界有缺失。

NP6带以*Heliolithus kleinpellii*首次出现的基准面至*Discoaster mohleri*首次出现的基准面为其范围。此带尚有：*Fasciculithus tymaniformis*, *F. clinatus*, *Semihololithus biskayae*, *Toweius eminens*, *Ellipsolithus distichus*, *Cruciplacolithus primus*, *C. tenuis*, *Chiasmolithus bidens*, *Marklius inversus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Discoaster mohleri*等，还有晚白垩世的*Ceratoliithoides acultus*和早古新世早期的*Prinsius tenuiculum*等再沉积化石。灵峰组的NP6带可与台湾北港陆棚区王功一井的NP6带对比，两者间的差异可能与化石带发育的完整性有关。

NP7带的范围为*Discoaster mohleri*首次出现的基准面至*Heliolithus rieaelii*（或*Discoaster nobitis*）首次出现的基准面。由于环境变化的影响使此带化石群在灵峰组发育不全，仅在局部层段见*D. multiradiatus*, *Sphenolithus primus*, *Lithostromation perdurum*, *Toweius eminens*等。灵峰组的NP7带相当于台湾北港陆棚区王功一井的NP7带，该区NP7带化石群不但发育完善，而且个体也很丰富。

NP8带的范围为*Heliolithus riedelli*首次出现的基准面至*Discoaster multiradiatus*首次出现的基准面。此带化石丰富，除带化石外尚有：*Fasciculithus clinatus*. *F. involutus*, *F. lillianae*, *F. lingfengensis* (sp. nov.), *F. richardii*, *F. schaubii*, *F. tonii*, *F. tymaniformis*, *Semihololithus biskayae*, *Holiolithus kleiapellii*, *Toweius eminens*, *Etlipsolithus distichus*, *Chiasmolithus bidens*, *Discoaster mohleri*, *Sphenolithus primus*, *Marklius inversus*, *Coccolithus eopelagicus*等。此带可与台湾北港陆棚区王功一井的NP8带对比。灵峰组此化石带中部可能发育不全，显然是与沉积环境变化有关。

NP9带的范围为*Discoaster multiradiatus*首次出现的基准面至*Tribrachiatus bramlette*首次出现的基准面。在灵峰组仅见 *D. multiradiatus*，未见 *T. bramlette*，因此NP9带晚期在灵峰组发育不全。此带化石群除见有由NP8带延伸的*Fasciculithus*的大多数种外，还有*Toweius eminens*, *T. pertusus*, *Cruciplacolithus primus*, *C. tenuis*, *Chiasmolithus bidens*, *Sphenolithus primus*以及*Prinsius tenuiculum*, *Ceratolithoides acultus*等再沉积化石。此带化石群种类虽较多，但数量明显减少，尤以晚期更为明显。台湾地区普遍缺失NP9带，这可能与该区在古新世晚期的抬升运动有关。此抬升运动也影响到台北坳陷，古新世晚期灵峰组NP9带发育不全即为明证。

第二组合 此组合分布于瓯江组。以下段上部至中段的化石丰富且保存完好。化石群强烈显示了始新世早、中期的组合面貌。其中最常见的*Chiasmolithus minimus*（小叉心

颗石藻)、*Ch. expansus*（膨胀叉心颗石藻)，*Ch. grandis*（大叉心颗石藻)、*Neococcolithus minutus*（小新颗石藻)、*N. bijugatus*（双连结新颗石藻)、*Transverspontis putchra*（美丽横棒海球石藻)、*Blackites spinosus*（针刺布莱克石藻)、*Ericsonin formosa*（美丽埃里森颗石藻)、*Micrantholithus vesper*（傍晚小顶星石藻)、*Discoaster barbadiensis*（巴巴多斯盘星石藻)、*D. lodoensis*（芦多盘星石藻)、*D.sublodoensis*（亚芦多盘星石藻)、*Sphenolithus moriformis*（桑椹楔形石藻)、*Tribrachiatus orthostylus*（直柱三叉棒石藻）*Tribrachiatus contortus*(绞三叉棒石藻）等绝大多数为早、中始新世的特有分子，有的仅限于早始新世或中始新世。

此组合在瓯江组下段下部化石种属较少，分异度较低，除个别属种的含量较多外，大部分属种的含量很少。此段出现了NP10带化石分子*T. contortus*，而其中主要化石为存在于早始新世的分子如*Ch. bidens, M. inversus, Zygodiscus bijugatus, Micrantholithus vesper*等。下段上部化石种属和数量增多，出现了 NP12 带的 *Tribrachiatus orthostylus*和NP13带化石。

NP13带（*Discoaster lodoensis*带）的范围为*Tribrachiatus orthostylus*消失至*D. sublodoensis*首次出现的基准面。灵峰一井NP13带化石界限清楚，证明在瓯江组确有 NP13带存在。综上所述，瓯江组下段相当于NP10—NP13带的化石带，其时代应为早始新世。

瓯江组中上段的化石带相当于NP14—NP17带，可与世界其他地区对比。

NP14带（*Discoaster sublodoensis*带）的范围为 *D. sublodoensis*首次出现的基准面至*Rhabdosphaera inflata*消失的基准面。瓯江组NP14带的底、顶界化石基准面清晰，其中有：*Chiasmolithus expansus, Ch. grandis, Markius inversus, Zygrhabithus bijugatus, Neococcolithus dubius*（不确定新颗石藻)、*Transversopontis pulchra, T. obliguipons, Blackliles spinosus, Micantholithus vesper, Reticulofenestra laevis*(光滑网窗颗石藻)、*R. lingfengensis* (sp. nov.)（灵峰网窗颗石藻《新种》)、*R. alabamensis, R. donghaiensis* (sp. nov.)（东海网窗颗石藻《新种》)、*Ericsonia formosa, E. occidentalis*(西方埃里森颗石藻)、*Rhabdosphaera inflata*（(膨胀棒球石藻）*Discoaster lodoensis, D. lingfengensis* (sp. nov.)（灵峰盘星石藻《新种》）*D. harbadiensis*等。

在瓯江组未见NP15—NP16带标志带化石，但NP15带的底界（即NP14的顶界）和NP16带的顶界（即NP17带底界）都较清晰，证明相当于NP15带及NP16带的范围确实存在。在此区间还含有与NP14带和NP17带相近的化石群。

NP17带（*Discoaster saipanensis*带)。本带相当于布克雷（Bukry）的CP14b带。布克雷认为*Chiasmolithus solitus*消失的基准面至*Ch. grandis*消失的基准面之间为其范围。

瓯江组NP17带的上下界面清晰，其中超微化石丰富，除有与 NP14—NP16 带相同的分子外，尚有一些局限于本带的分子如：*Neochiastozygus rosenkrantzii*（诺森新叉心轮石藻)、*Calcidiscus simplex*(简单钙盘石藻）等。

瓯江组顶段化石种属极少，分异度很低，仅见*Transversopontis obliquipons*（歪斜横棒海球石藻)、*Discoaster barbadiensis*、*Triquetrorhabdulus* sp.（三角棒石藻未定种）等少量化石，其中*D. barbadiensis*可延伸至NP20带，*T. obliquipons*可进入渐新世早期。从化石间断情况分析，NP17带后期有个较长时期的海相沉积间断。少量超微化石仅能指示瓯江组上段的时代可能相当于中始新世晚期，甚或包括晚始新世早期。

与瓯江组相当的平湖组仅在局部层段偶见含有网窗颗石藻的白垩页岩薄层。

毗邻区台湾的始新统不发育，仅在南投郡有相当于中始新世NP14及NP15带的超微化石，且发育极差。与瓯江组的NP14及NP15带化石组合有些相似性。

第三组合 钙质超微化石仅见于海龙井组上段，有相当于NN5带的化石 *Sphenolithus heteromorphus*（异形楔形石藻）、*S. moriformis*、*S. obtusus*（钝形楔形石藻）等。根据NN5带的范围定义，本区缺少起始基准面的化石。而结束基准面化石*S. heteromorphus* 在本区顶界层位并不代表此化石的绝灭消失的顶界。因此NN5带的界线为虚线。但NN5带在东海地区的确立是无疑的。

第四组合 仅见于玉泉组的局部层位，以化石属种少，分异度及含量低为特征。有 *Reticulofenestra* sp. 和稀少的NN8带化石分子 *Catinaster coalitus* 等中新世常见种，含量虽甚微，但有重要的时代意义。

第五组合 见于三潭组，化石比较丰富，形成以：*Reticulofenestra pseudoumbilica*（假脐形网窗颗石藻）、*Discoaster surculus*（幼芽盘星石藻）和上新世常见的 *Sphenolithus abies*（杉形楔形石藻）、*Gephyrocapsa oceanica small*（大洋桥石藻小型种）、*Pseudoemiliania lacunosa*（缺口假艾氏石藻）、*Helicosphaera sellii*（塞氏卷球石藻）等为主的化石群。这些化石群相当于NN12—NN18化石带。其中NN12—NN14带由于所见化石保存较差，化石带特征不明显，但有*R. pseudoumbilica, H. sellii, P. lacunosa* 等的存在，表明确实存在NN12—NN14带。

NN15带（*Reticulofenestra pseudoumbilica*带）的范围为*Amaurolithus tricorniculatus*消失的基准面至*R. pseudoumbilica*消失的基准面。在东海大陆架诸井中未见NN15带的底界化石，但顶界标志化石清晰，故虽不能准确地确定NN15带的区间范围，但NN15带的存在是无疑的。

NN16带（*Discoaster surculus*带）的范围为 *R. pseudoumbilica* 消失的基准面至*D. surculus*消失的基准面之间。主要化石有：*Gephyrocapsa oceanica* (small), *G. oceanica* 大洋桥石藻）、*Helicosphaera sellii*、*Pseudoemliania lacunosa*等。本带上、下基准面的化石清晰，因此NN16带是确立无疑的。

NN17带（*Discoaster pentaradiatus*带）因缺少带化石和顶界基准面化石而难于确定。

NN18带(*Discoaster brouweri*带)的范围为*D. pentaradiatus*消失的基准面至*D. brouweri* 消失的基准面之间。本带缺少底界基准面化石，顶界基准面化石清晰。因此东海NN18带发育不全，但确实存在。

上述钙质超微化石带特征可与台湾桂林竹组中一段—锦水页岩层—卓兰组下段对比，也与南海珠江口的万山组和西沙群岛永兴组的组合相似，它们的时代也应相同。

第六组合 见于第四纪东海群，含有丰富钙质超微化石群和典型的带化石分子。化石带NN19—NN21带发育完全，界限清晰。从下而上为：

NN19带（*Pseudoemiliania lacunosa*带)的范围为*Discoaster brouweri* 消失的基准面至*P. lacunosa*消失的基准面之间。除带化石外尚有：*Helicosphaera wallichii*（瓦氏卷球石藻）、*H. sellii*、*Gepnyrocapsa oceanina* (small)、*G. oceanina*、*G.* cf. *protohuxley*（原赫氏大洋桥石藻（比较种））、*Braarudosphaera bigelowii*（毕氏五边石藻）、*Coccolithus pelagicus*（海洋颗石藻）、*Calcidisous lepteporus*（弱孔钙盘石藻）、*P. lacunosa*

等。此化石带的底界在海域各处深度不等。

NN20带（*Gephyrocapsa oceanica*带）的范围为*P. lacunosa*消失的基准面至*Emiliania numleyi*首次出现的基准面之间。化石群与NN19带相似，仅缺少*H. sellii*、*P. lacunosa*等。

NN21带（*Emiliania huxleyi*带），广泛见于东海大陆架海底沉积物中。其底界的深度不等。

（二）古环境讨论

东海大陆架早第三纪的超微化石，目前仅见于台北坳陷。在个别井段偶见于白垩页岩薄层的海相夹层，这可能是短暂海泛存在的佐证。晚第三纪早期（中新世）超微化石偶见于个别层段，为海侵所形成的海相夹层。晚第三纪晚期至第四纪超微浮游类进入大量繁盛阶段，从滨海进入浅海环境。

1．早第三纪

（1）晚古新世　在晚古新世时中国大陆东缘台北坳陷为海水侵占，成为古中国东部陆缘海的一部分，丰富的*Fasciculithus-Toweius-Cruciplacolithus-Ellipsolithus-Coccolithus-Marklius-Sphenolithus*等正常海域的超微生物群繁衍其中。上述钙质超微生物群常见于中、高纬度地区。由于当时气候分带不明显，气温普遍高于现代，高纬度地区的生物群在低纬度区可以生存。因此台北坳陷晚古新世晚期气温应略高于现代。

晚古新世时台北坳陷的海域出现了NP5带，其中除含丰富的带化石及特征分子外，还见较多早古新世与晚白垩纪分子：*Biscutus* sp., *Prinsius tenuiculum*, *Ceratolithoides* sp. 等再沉积化石，显示了晚古新世前期构造运动与剥蚀作用，也指示了东海可能有早古新世和晚白垩世的海相层。NP6带为NP5带正常陆缘海的延续。由于构造运动引起地势变化和干旱气候因素的影响，台北坳陷出现了类似泻湖海湾的非正常海域，致使NP7带超微化石属种与含量的锐减，甚至消失，化石个体也有特化现象，沉积物中出现高镁碳酸盐（白云岩化）。NP8带超微化石群再度繁盛，半封闭式（？）海域重新开放并与外浅海相连。根据NP9带超微化石发育不全分析，晚古新世晚期台北坳陷受区域构造运动影响陆缘频繁抬升，致使海相层发育不全。

（2）始新世　早始新世早、中期台北坳陷的海相层发育不全，未见NP11带。早始新世晚期超微化石贫乏与繁盛交互出现，反映了咸化海与正常海频繁交替的特点。中始新世时，台北坳陷发生较大的海侵，中、低纬度钙质超微化石群：*Reticulofenestra-Reicsonia-Discoaster*极为繁盛，海水温度高于现代。*Sphenolithus moriformis*, *S. radians*等近岸属种表明此时台北坳陷属近岸浅海海域。中始新世末期至晚始新世早期台北坳陷发生海退，并有陆相为主的堆积形成，超微化石海相层虽偶有存在但化石属种极少且含量低，也未见带化石，因此上始新统可能缺失。

台北坳陷的早第三纪超微化石带发育情况与邻近的台湾地区的化石带有相似处也有不同处。两地的晚古新世都有NP5—NP9带化石发育，且可对比。显示两地海水相通为同一海盆。始新世时台北坳陷超微浮游类较为繁盛，而台湾仅在个别地点有中始新世NP14及NP15带的化石，由此看来中始新世早中期两地海水可能相连，而在早及晚始新世时期两地是隔绝的。

（3）渐新世　台北坳陷未出现化石，也未见沉积物堆积，反映当时该地区处于陆地剥蚀区，而此时台湾大部地区为海域。

2．晚第三纪

（1）中新世　东海大陆架大部为陆地，冲绳海槽西缘，约为当时的海陆交界，因此以陆相沉积为主体夹有海相层，反映时有海侵发生。其中以NN5带及NN8带时期的海侵较明显，两带的超微化石：*Sphenolithus heteromorphus*, *S. moriformis*, *Catinaster coalitus*等均为近岸属种，与当时的水域环境十分一致。

（2）上新世至第四纪　东海陆架的超微化石群十分繁盛，尤以第四纪为最。化石带较全，其中浅海深水种、热带种均占一定比例，显示了此时为海水水体较深，水温较高的亚热带海域。

（三）属　种　描　述

东海大陆架钙质超微化石约18科43属120余种，本文描述42属102种（包括5个新种）。

金藻植物门　Chrysophyta

颗石藻纲　Coccolithophyceae Rathmaler, 1951

五边石藻科　Braarudosphaeraceae Deflandre, 1947

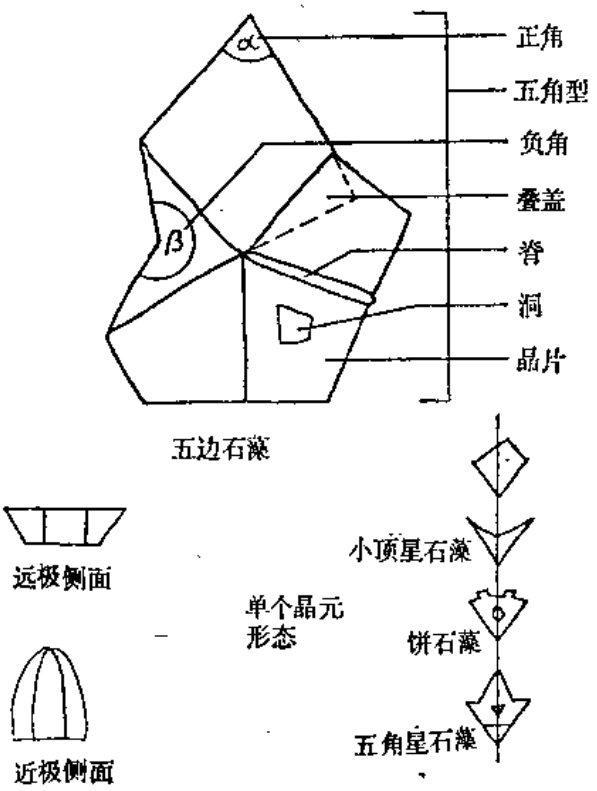


图 5　五边石藻科术语

五边石藻属　*Braarudosphaera* Deflandre, 1947

属型　*Pontosphaera bigelowi* Gran and Braarud, 1947

颗石五边形或近五边形。每个颗石由5个四边形晶元组成。四边形晶元表面平滑。正交偏光下，晶元呈单方位消光，缝合线直而清晰。偶见保存完好的五角十二面体的颗石球。

时代 白垩纪—现代。

典型五边石藻 *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre

(图版 106，图 1—5)

1935 *Pontosphaera bigelowi* Gran et Braarud, p. 388, fig. 67.

1947 *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre, p. 439, figs. 1—5.

颗石规则五边形。由5个四边形晶元构成。晶元表面平滑无饰物。负角近72°。晶元间缝合线细弱。正交偏光下，有一晶元呈消光状态。

层位与分布 东海群；新疆、美国加利福尼亚、英国、叙利亚、伊拉克、各大洋区，白垩系一全新统。

小顶星石藻属 *Micrantholithus* Deflandre, 1950

属型 *Micrantholithus flas* Deflandre, 1950

五角星形，晶元相接之缝合线分割星角并直达星角顶部。

时代 始新世至渐新世

傍晚小顶星石藻 *Micrantholithus vesper* Deflandre

(图版 96，图 11—12；图版 97，图 8)

1950 *Micrantholithus vesper* Deflandre, 1950, v. 231, p. 1157, text-figs. 5—7.

1954 *Micrantholithus vesper* Deflandre and Fert, v. 40, p. 166, pl. 13, fig. 17, text-figs. 5, 115—116.

五角星形，个体较大，化石厚度薄。从五角星中心顶至角顶具缝合线分割线，晶元形态似对勾号，勾角为72°。由于标本薄，晶元间联结力弱，常呈分裂片晶元。标本最大直径15—17μm，单个晶元7.8—10μm。

层位与分布 瓯江组；分布于法国Donzacq、西德等地始新统。

壮实小顶星石藻 *Micrantholithus pinguis* Bramlette & Sullivan

(图版 96，图 7—8)

1961 *Micrantholithus pinguis* Bramlette & Sullivan p. 155, pl. 8 fig. 13a, b。

五角星形，小个体者厚度较大。从五角星中心顶至角顶具缝合线分割线，晶元形态为小对勾号。标本大小一般为7—12μm，当前标本为8μm。

属位与分布 瓯江组；分布于欧洲等地始新统。

钙管石藻科 Calcisoleniaceae Kamptner, 1927

舟形石藻属 *Scapholithus* Deflandre, 1954

属型 *Scapholithus fossilis* Deflandre, 1954.

颗石呈舟形。具一个长菱形的环；环中有互相平行的横辐条。横辐条垂直于菱形环的

长轴而构成梯状。

时代 早白垩世—现代。

化石舟形石藻 *Scapholithus fossilis* Deflandre & Fert

(图版 105，图 6—7)

1954 *Scapholithus fossilis* Deflandre & Fert, p. 167, pl. 5, fig. 5.

颗石长舟形。环壁较厚。环中横辐条较粗并相互平行。环内边缘上可见小的瘤状凸起。化石个体较大，约 1.5×8μm。

层位与分布 瓯江组；世界各海域，第四系均有分布。

沙冠球石藻科 Calyptrosphaeraceae Boudreaux et Hay, 1969

半全颗石藻属 *Semihololithus* Perch-Nielsen, 1971

属型 *Semihololithus biskayae* Perch-Nielsen, 1971

部分晶元组合成整体消光，部分晶元又呈异形消光之颗石藻。

时代 古新世末期至始新世最早期。

双卡耶半全颗石藻 *Semihololithus biskayae* Perch-Nielsen

(图版 75，图 6—9)

1971 *Semihololithus biskayae* Perch-Nielsen p. 356, pl. 11, figs. 7—11; pl. 14, figs. 10—12.

形似空心的蜂巢状王冠。基部近极为椭圆盘，上部为远极骨架状蜂巢。远极视，很像簇形石藻，骨架状蜂巢为双层，下层由 9 个放射排列的楔形物围绕椭圆盘编织而成，上层为 6 个楔形物组成的似圆形顶端。本种整体骨架，似为一大晶元，其上布满大量小结晶物。正交偏光下，黑色消光线，在标本方位为 0° 时似十字，在 45°时为倒 T 形。标本宽 4.5—5μm，高 3.2—3.7μm。有些作者认为骨架上的小结晶物甚至骨架可能形成于标本个体发育的后期，或次生钙化阶段。

属位与分布 灵峰组；分布于北大西洋古新统上部。

轭椿石藻属 *Zygrhablithus* Deflandre, 1959

属型 *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre) Deflandre, 1959

具环形基盘之楔形锥。标本尺寸和形态变化较大。正交偏光下，可见纵向消光线分割锥体为两部分和消光线斜切环形基盘外缘图象。

时代 始新世至渐新世

双接合轭椿石藻 *Zygrhablithus bijugatus* Deflandre

(图版 92，图 6—8；图版 93，图 1—3；图版 94，图 2—8；图版 95，图 2)

1954 *Zygolithus bijugatus* Deflandre in Deflandre and Fest, p. 148, pl. 11, figs. 20, 21.

1961 *Rhabdosphaera semiformis* Bramlette and Sullivan, p. 147 pl. 5, figs. 8—10.

1966 *Sujkowskiella enigmatica* Hay, Mohler and Wade, p. 397, pl. x111, figs. 6—7.

轭型颗石，外貌变化较大，侧视有的似塔形、锥形或等边三角形等。近极为具开孔之

椭圆形至亚圆形环状基盘。远极为棱形棒与棒基部分。环形盘上宽下窄，顶面为远、近极部分接合处；环形盘中央具有X形交叉桥，远极棒镶接其上，并沿X形桥向上延伸，形成远极四棱棒。在棒末端，发育有环绕的分叉节。分叉节在个体大的标本最常见。棒的四棱又常具波浪形边缘。个体矮小的标本棒末端常无分叉节装饰，而呈逐渐变细状。正交偏光下，标本呈明亮的似锥形体，并为纵向消光线分割，形成近似相等的两部分；此外，还常见消光线斜切环形基盘外缘。标本基盘宽2—6μm，侧视高4—13μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国加利福尼亚、西德等地始新统至渐新统。

弯角石藻科 Ceratolithaceae Norris

弯角石藻属 *Ceratolithus* Kamptner, 1950

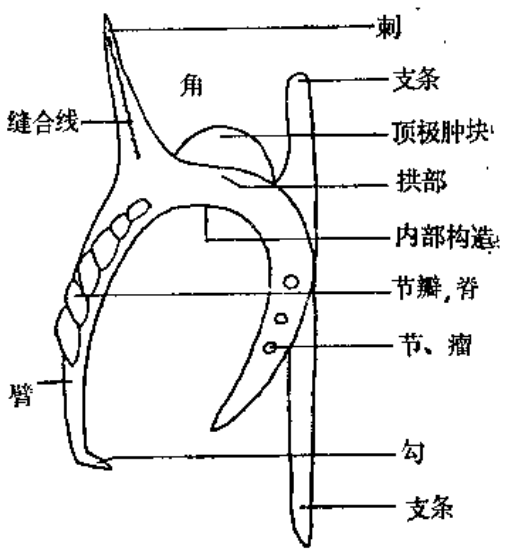


图 6 弯角石藻科术语

属型 *Ceratolithus cristatus* Kamptner, 1950

不对称马蹄形。顶区具刺，角刺上可具纹饰。单偏光下呈双折射现象。当角刺延长方向与偏光呈45°夹角时，亮度最大；当其与偏光呈0°夹角时，化石具全消光特征。

时代 晚中新世—现代。

尖刺弯角石藻 *Ceratolithus acutus* Gartner et Bukry

（图版 107，图 5，6）

1974 *Ceratolithus acutus* Gartner & Bukry, p. 115, pl. 1, figs. 1—4.

1975 *Ceratolithus acutus* Gartner & Bukry, p. 458, figs. 6 a—f.

马蹄形不对称弯角石。角臂粗壮。顶区宽，其上见缝合线构造。顶角锐尖，偏于一臂。正交偏光下具单一的光性方位特征。

层位与分布 东海群；世界各大洋上新统均有分布。

具刺弯角石藻 *Ceratolithus armatus* Muller

（图版 107，图 7）

1974 *Ceratolithus armatus* Muller, p. 591, pl. 11, figs. 4—6, pl. 19, figs. 3—4.

马蹄形不对称弯角石。角臂略细。角区宽，其上可见缝合线构造。顶角矮小而尖锐。正交偏光下具单一的光性方位特征。

层位与分布 东海群；世界各大洋的上新统广为分布。

皱弯角石藻 *Ceratolithus rugosus* Bukry et Bramlette

(图版 107，图 3，4)

1968 *Ceratolithus rugosus* Bukry et Bramlette, p. 152, pl. 1, figs. 5—9.

马蹄形弯角石。个体大。角臂粗壮，表面具皱纹。两侧近于平行，但长短可几乎相等或不等。顶区具缝合线，无顶刺。正交偏光下具单一的光性方位特征。

层位与分布 三潭组至东海群；遍布于太平洋、印度洋、大西洋，下上新统至中更新统。

对称弯角石藻 *Ceratolithus telesmus* Norris

(图版 107,图 1,2)

1950 *Ceratolithus cristatus* Kamptner, p. 154. ···1954 Kamptner, p. 43, text-figs. 44—45.

1965 *Ceratolithus telesmus* Norris, p. 21, pl. 11, figs. 5—7; pl. 12, figs. 1—3.

马蹄形对称弯角石。角臂细长。顶区中等大小，顶刺不发育，外形呈瘤状，位于顶区中部。正交偏光下具单一的光性方位特征。

层位与分布 东海群；世界各海域的上上新统至全新统均有分布，为NN18—21带的常见种。

拟弯角石藻属 *Ceratolithoides* Bramlette and Martini, 1964

属型 *Ceratolithoides kamptneri* Bramlette and Martini, 1964

本属具有锥形六瓣或马蹄形分叉。

时代 白垩纪晚期

弓形拟弯角石藻 *Ceratolithoides arcuatus* Prins and Sissingh.

(图版 86,图 8—9)

1977 *Ceratolithoides arcuatus* Prins and Sissingh, in Sissingh p. 60, pl. 1, fig. 6.

本种两臂夹角约呈120°的弯角形，其最大宽度为9.3μm，且两臂长短略有不同，具顶区缝合线。正交偏光下，两臂为同一晶元。

层位与分布 灵峰组再沉积化石；见于法国、西班牙、突尼斯等地上白垩统。

颗石藻科 Coccolithaceae Poche, 1913

叉心颗石藻属 *Chiasmolithus* Hay, Mohler, and Wade, 1966

属型 *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre) Hay, Mohler and Wade 1966

椭圆、亚圆形盾盘，远极盾大于近极盾，中央区开孔有X形或H形晶棒装饰。

时代 古新世至渐新世早期

之字叉心颗石藻 *Chiasmolithus bidens* (Bramlette and Sullivan) Hay and Mohler

(图版 80，图 1—9；图版 82，图 1)

1961 *Coccolithus bidens* Bramlette and Sullivan p. 139, pl. 1, fig. 1.

1967 *Chiasmolithus consuctus*(Bramlette and Sullivan)Hay and Mohler, p. 1526, pl. 196, figs. 23, 24, 25 non pl. 198, fig. 16.

1967 *Chiasmolithus bidens*(Bramlette and Sullivan)Hay and Mohler, p. 1526, pl. 196, figs. 14, 15, 17; pl. 197, figs. 4, 9, 14.

椭圆形双盾盘，中央区有之字形叉心棒。远极由壁及远极盾组成，远极盾由大约60个晶元组成，中央区晶元壁较窄，为盾盘最高处。近极盾小于远极盾，由双环（第一环和第二环）组成，第一环宽，第二环窄。中央区开孔壁缘有不明显齿状物，中心之字形叉心棒贴挂于壁缘上，同时可见筛孔，叉心棒由更细的条棍晶元组成。正交偏光下，近极盾明亮，中央叉心棒亦有显现。标本最大直径8—11μm，最小直径 7—9.5μm。

层位与分布 灵峰组至瓯江组；见于美国、加利福尼亚、得克萨斯、休斯敦、西班牙、法国等地上古新统至下始新统。

大叉心颗石藻 *Chiasmolithus grandis* (Bramlette and Riedel) Radomski

(图版 81，图 5—7)

1954 *Coccolithus grandis* Bramlette and Riedel, p. 391, pl. 38, figs. 1a—b.

1968 *Chiasmolithus grandis*(Bramlette and Riedel)Radomski, p. 560, pl. 44, figs. 3, 4.

椭圆形，个体大。中央区开孔内悬挂X形晶棒。远极盾较突出且大于近极盾，壁较宽，并有四个对称齿状突出物伸向中央开孔区。正交偏光下，近极盾、壁环与齿状突出物及中心X形棒等均呈现明亮，椭长轴两端为V形消光带分割。标本的长轴一般为18.5—23μm，短轴为15—18μm，当前标本的短轴 12—14.5μm，长轴 14—16μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国加利福尼亚、得克萨斯，法国等地早、中始新统。

十字心颗石藻属 *Cruciplacolithus* Hay and Mohler, 1967

属型 *Heliorthus tenuis* Stradner, 1961

亚椭圆形或圆形，双盾盘。远极由远极盾与壁组成，近极由近极盾与双环（第一环、第二环）组成。

时代 古新世至渐新世早期

小十字心颗石藻 *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner) Hay and Mohler

(图版 74，图 10；图版 79，图 1—3)

1961 *Heliorthus tenuis* Stradner, p. 84, Text-figs. 64, 65.

1963 *Coccolithus helis* Stradner p. 74, pl. 8, fig. 16, pl. 9, figs. 1, 2.

1967 *Cruciplacolithus tenuis*(Stradner) Hay and Mohler p. 1527—1528, pl. 196, figs. 29—31, pl. 198, figs. 1, 17.

颗石亚圆形。远极盾较宽，由40—60个楔形晶元组成，壁较窄且向内倾斜，中央开孔区有十字形棒贴附于壁的顶面，并与长轴呈一定倾斜角度。十字棒由细小条形晶元组成。近极盾小于远极盾，并为双环结构。正交偏光下，近极盾明亮，中央区呈较明亮之粗十字。标本长径13—14μm，宽9—12μm。

层位与分布 灵峰组；分布于澳大利亚、突尼斯、阿拉巴马、新西兰、法国等地的中、上古新统。

原始十字心颗石藻 *Cruciplacolithus primus* Perch-Nielsen 1977

（图版 74，图 1—3；图版 77，图 1—2）

1964 *Coccolithus helis* Stradner, Bramlette and Martini, p. 298, pl. 1, figs. 10—12.

1977 *Cruciplacolithus Primus* Perch-Nielsen p. 746, pl. 17, figs. 7, 8; pl. 50, figs. 11, 12.

椭圆形盾盘，一般个体小，盾盘薄，中央开孔大，远极视由远极盾与窄壁组成，远极盾晶元较少（25—66个）。近极盾由双环构成。中央具有与长短轴一致的十字棒，有时缺失。正交偏光下，近极盾明亮，十字棒显示弱干涉色。标本大小4—6μm。本种正型变化在3—10μm之间，小者出现时代较早。

层位与分布 灵峰组；见于大西洋、西班牙、以色列、法国等地古新统NP2—8带。

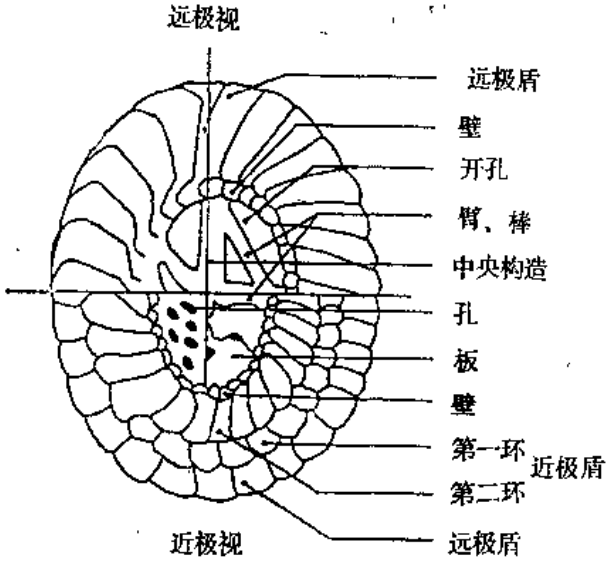


图 7 颗石藻科、叉心石藻科术语

颗石藻属 *Coccolithus* Schwarz, 1894

属型 *Coccolithus pelagicus* Wallich, 1877

双盘型，椭圆至亚圆形。远极盾略大于近极盾。晶元呈右旋叠覆排列。中心孔大小不等，有时附简单装饰。

时代 古新世—现代

原始海洋颗石藻 *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette and Riedel) Bramlette and Sullivan, 1961

(图版 78,图 5—7)

1954 *Tremalithus eopelagicus* Bramlette and Riedel, p. 392, pl. 38, figs. 2a, b.

1961 *Coccolithus eopelagicus*(Bramlette and Riedel)Bramlette and Sullivan p. 140.

1965 *Coccolithus* aff. *C. eopelagicus*(Bramlette and Riedel), Levin, p. 226, pl. 41. fig. 4.

近圆形盾盘。外凸远极盾由50—62个晶元构成；内凹的近极盾小于远极盾，由双环组成。中央区较大并为晶元充满。正交偏光下，近极盾明亮，中央具较大近圆形消光暗区，以此特征较易区别于 *Coccolithus pelagicus*。

层位与分布 灵峰组至瓯江组；分布于南美的巴巴多斯、英国、叙利亚、伊拉克、大洋区等古新统至始新统。

远洋颗石藻 *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller

(图版 83，图 5；图版 92，图 5；图版 101，图 1)

1877 *Coccosphaera pelagicus* Wallich, p. 348, pl. 17, figs. 1—2, 8—11d.

1930 *Coccolithus pelagicus*(Wallich)Schiller, p. 246—247, text-figs. 123—124a, c.

1978 *Coccolithus pelagicus* Hay & Berggren, pl. 1, figs. 3—4.

双盘型颗石。亚圆形。个体较大，一般为 8—10μm。远极盾大于近极盾。远极盾由55—65个方解石晶元呈右旋叠瓦状排列。中心区较大，约占盾宽的一半。中心孔内光滑无构造。正交偏光下，中心区具明显的左旋十字消光特征，两组亮弧相近。

层位与分布 东海群；世界各海域的第四系广泛分布，为 NN 20—NN 21 带的常见种。

埃里森颗石藻属 *Ericsnia* Black, 1964

属型 *Ericsonia occidentalis* Black, 1964

椭圆至圆形盘，具有一明显的中央穿孔，远极由远极盾和中央壁组成。近极盾由2—3个环组成，各环晶元排列互成相反方向。

时代 古新世至渐新世

股心埃里森颗石藻 *Ericsonia femurcentrum* Perch-Nielsen

(图版 87，图 1)

1971 *Ericsonia femurcentrum* Perch-Nielsen p. 12, pl. 3, fig. 1—4, pl. 61, fig. 24, 25.

椭圆形颗石。远极盾由逆时针叠覆晶元40—60个组成，壁较宽。近极盾小于远极盾，由三环组成，中心区由发育不完整第三环组成，开孔似一字形。标本长9μm，宽 8μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国Donzacq 始新统。

美丽埃里森颗石藻 *Ericsonia formosa* (Kamptner) Haq

(图版 87,图 4—6)

1963 *Cyclithus formosus* Kamptner, p. 163, pl. 2, fig. 8.

1970 *Cyclococcolithus formosa*(Kamptner)Wilcoxen, p. 82.

1972 *Ericsonia formosa*(Kamptner)Haq, p. 69, pl. W, figs. 11, 12, pl. IX, figs. 4—6, pl. X, fig.(?)8, pl. XIV, fig. 2.

圆形至亚圆形双盾盘，具圆形中心孔，远极视由远极盾和板状晶元壁组成；近极盾由双环组成。盾盘晶元数为40—45个。正交偏光下，远极壁与近极盾呈现明亮并为黑暗十字消光线分割，中心方圆形暗区清晰。标本盾缘外径为6—8.5μm，中央穿孔直径1.1—2.1μm。

层位与分布 瓯江组；分布于巴基斯坦、法国、西班牙、美国、大西洋等地区始新统。

西方埃里森颗石藻 *Ericsonia occidentalis* Black

(图版 83，图 10；图版 87，图 3)

1964 *Ericsonia occidentalis* Black p. 306—316, figs. 50—53.

亚圆形。远极视时远极盾由双壁组成。盾盘晶元约40个。中央具亚圆形穿孔，孔径约为颗石直径的1/3。标本大小5×4.3μm。

层位与分布 瓯江组；见于北大西洋始新统。

钙盘石藻属 *Calcidiscus* Kamptner, 1950

属型 *Coccosphaera leptopora* Murray and Brackman, 1898.

双盘型颗石。圆盘状，远极盾稍大于或近等于近极盾，中心区无孔，远极盾的中心区很小，向内凹陷成脐孔状，单偏光下中心区具孔的假象，正交偏光下具十字消光图象特征。

本属的归属问题存在较大的争议，Kamptner (1954) 所定的*Cyclococcolithus*的属型与Lohmann (1902) 所定的 *Umbilicosphaera* 的属型是同一模式种，而两者实为不同的科。因Kamptner (1952) 所定的*Calcidiscus* 的正型标本不全，几乎未被人承认。以后将此属定名为*Cyclococcolithus*或*Cyclococcolithina*。近年来，经 Loeblich et al (1978) 研究，根据其中心区无孔的特征，又重新修定为*Calcidiscus*属。

时代 晚白垩世—现代。

弱孔钙盘石藻 *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackmann) Loeblich & Tappan

(图版 101，图 2—4)

1898 *Coccosphaera leptopora* Murray & Blackmann, p. 430—439, pl. 15, figs. 1—7.

1954 *Cyclococcolithus leptoporus*(Murray & Blackmann)Kamptner, p. 23—24, text-fig. 20.

1978 *Calcidiscus leptoporus*(Murray & Blackmann)Loeblich & Tappan p. 1390—1392.

双盘型颗石。盾盘呈圆盘形，个体较大，一般为6—10μm。远极盾大于近极盾，远极盾由20—25个方解石晶元强烈叠覆而成，晶元之间的缝合线呈反时针方向弯曲。中心区无孔，远极盾中心管内凹呈脐状，形成中心孔假象。正交偏光下，近极盾具明亮的四射花瓣状干涉图象，旋转载物台时颗石十字消光特征明显。

层位与分布 三潭组至东海群；世界各海域，英国南部，美国加利福尼亚始新统至第

四系。

马凯颗石藻属 *Markalius* Bramlette & Martini, 1964

属型 *Markalius inversus* (Deflandre) Bramlette & Martini 1964

圆形盾盘，由远极盾与近极盾组成，中心区由壁与环组成，具开孔或为放射晶元充填。

时代 晚白垩世晚期至中始新世

倒转马凯颗石藻 *Markalius inversus* (Deflandre) Bramlette & Martini

(图版 85，图 6—7)

1954 *Cyclococcolithus leptoporus* Murray & Blackman var. *inversus* Deflandre, in Deflandre & Fert, Vol. 40, p. 150, pl. 9, figs. 4—5.

1964 *Markalius inversus* (Deflandre) Bramlette & Martini, Vol. 10, No. 3, p. 302, pl. 2, figs. 4—9, pl. 7, fig. 2a—b.

圆盾盘。远极视时远极盾由壁与中心放射晶元组成。远极盾由约30个右旋弯曲条形晶元组成；壁由板状晶元组成；中心楔形放射晶元约16个。近极视近极盾小于远极盾，近极盾由双环与放射中心组成。正交偏光下，可见远极盾晶元弯曲图象，壁较明亮，盾内为交叉消光线分割的明亮中心。标本的圆盾盘直径8.6μm，中心区直径2.6μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国、突尼斯、美国亚拉巴马、新西兰等地区古新统至中始新统。

脐球石藻属 *Umbilicosphaera* Lohmann, 1902

属型 *Umbilicosphaera miranilis* Lohmann, 1902

双盘型颗石。亚圆形，远极盾略大于近极盾，远极盾具双环结构，中心孔大，远极盾与近极盾之间有一短管相连。

时代 上新世—更新世。

赛氏脐球石藻 *Umbilicosphaera sibogae* (Weber-Van Bosse) Gaarder

(图版 104，图 1)

1902 *Umbilicosphaera mirabilis* Lohmann, p. 139—140, pl. 5, figs. 66, 66 a.

1970 *Umbilicosphaera sibogae* (Weber-Van Bosse) Gaarder, p. 122—126, figs. 9 a—d.

双盘型颗石，圆形，个体较大，约 12μm 左右。远极盾略凸，中心孔大，约占直径的 1/4。由 25—30 个方解石晶元右旋排列而成。晶元之间的缝合线呈顺时针方向弯曲，但不间断。

层位与分布 东海群；中纬度海域第四系均有分布。

奇异脐球石藻 *Umbilicosphaera mirabilis* Lohmann

(图版 101，图 8)

1902 *Umbilicosphaera mirabilis* Lohmann, p. 139—140, pl. 5, figs. 66, 66a.

双盘型颗石。近圆形。个体中等大小，直径约 12 μm。远极盾略凸，近极盾平缓。中心孔大，约占颗石直径的1/4。远极盾由双环组成。环上有方解石晶元 28—35 个。外环晶元呈右旋排列，而内环晶元则呈左旋排列。两环交界线清晰，呈锯齿状。近极盾单环，其方解石晶元呈楔状排列。

层位与分布 东海群；中太平洋、中大西洋第四系均有分布。

盘星石藻科 Discosteraceae Tan, 1927

盘星石藻属 *Discoster* Tan, 1927

属型 *Discoaster pentaradiatus* Tan 1927

星形、玖瑰花形全颗石类，正交偏光下，绝大多数种不显干涉色，具消光性。

时代 古新世至更新世末期

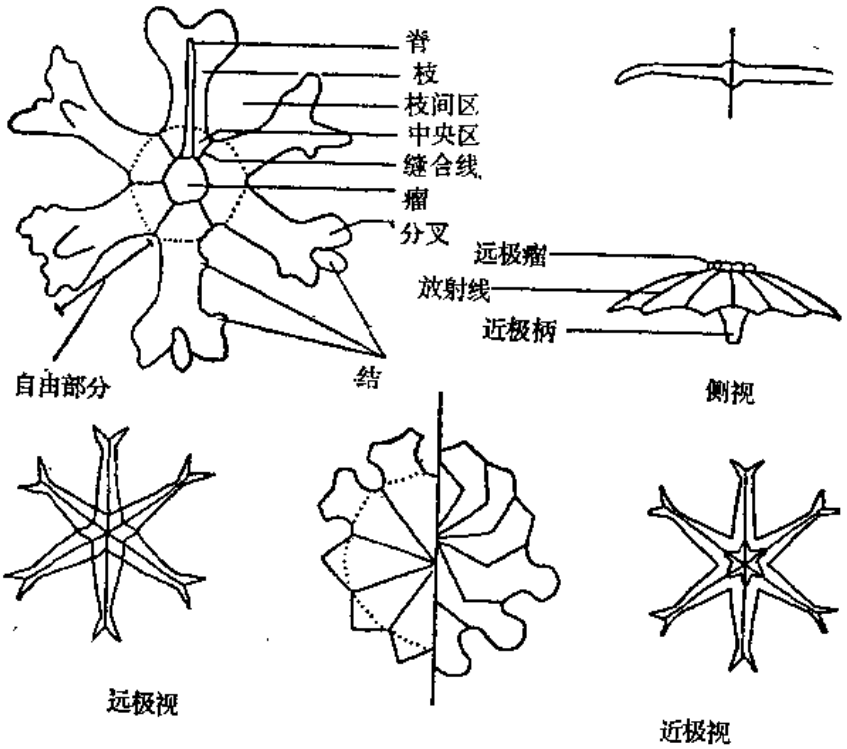


图 8 盘星石藻科术语

巴巴多斯盘星石藻 *Discoaster barbadiensis* (Tan) Bramlette et Riedel 1954

(图版 98, 图 2)

1927 *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok(in part), p. 119

1934 *Heliodiscoaster barbadiensis*(Tan), Colom and Gamundi, pl. 25.

1954 *Discoaster barbadiensis*(Tan)Bramlette and Riedel, p. 398—399, pl. 39, figs. 5a, b.

辐射盘，远极面凸，近极面凹。辐射枝 9—13 个，枝间缝合线的长度近于枝长；单个枝条似令箭，枝末端尖，构成锯齿状盘缘；凹面有一突出中心柄。正交偏光下，全消光。标本大小 9—17μm，当前标本属较小者，9μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国加利福尼亚、加勒比海诸岛、法国、突尼斯、新西兰、马里亚纳等地区始新世，消失于NP20带。

勒劳威盘星石藻 *Discoaster brouweri* (Tan, 1927) emend. Bramlette & Riedel

(图版 98，图 8)

1927 *Discoaster brouweri*, Tan Sin Hok, p. 415, figs. 8a, b.

标本为六辐射枝条，枝条细长，其自由部分长，枝条结合的中心区范围小而简单，枝顶具一定向弯勾。偶见五枝者。标本最大直径 10μm。

层位与分布 玉泉组；见于中太平洋、大西洋、南亚、南海、我国台湾等地中新统至上新统NN7—NN18带。

德弗兰盘星石藻 *Discoaster deflanrei* Bramlette et Riedel

(图版 97，图 6—7)

1954 *Discoaster deflandrei*, Bramlette & Riedel, p. 399, pl. 39, fig. 6, text-figs. 1a—c.

粗壮盘星石。通常为 6 个辐射枝，偶有 5 个或 7 — 8 个。枝条粗壮，其自由部分长度等于或小于中央区直径；枝末端分叉并呈有角度的浑圆形，叉角亦较粗大；枝间区小，中央区大，常微有突起，中心具不明显的瘤。标本的最大直径 15—16 μm，单个枝条自由部分长度 4—5μm。

层位与分布 瓯江组；见于我国台湾、南海、菲律宾、美国、墨西哥湾、西德及大洋区等始新统至渐新统（渐新统最发育）。

记号盘星石藻 *Discoaster distincus* Mantini

(图版 97，图 2)

1958 *Discoaster distinctus* Mantini p. 363.

5—7枝，少数标本为 9 枝，当前标本为 6 枝，中心区具粗壮小瘤，枝条自由部分长，枝末端分叉部分明显，在分叉处外缘有侧结生长。标本的最大直径 9.5μm。

层位与分布 瓯江组；见于西德等地中始新统。

非放射盘星石藻 *Discoaster nonaradiatus* Klumpp

(图版 97，图 1)

1953 *Discoaster nonaradiatus* Klumpp p. 383.

9 辐射枝盘星石。枝条自由部分长度约等于中央区直径，枝末端呈大角度分叉，致使各枝叉几乎相接触，中央区有瘤柄。标本直径8—10μm。

层位与分布 瓯江组；分布于西德北部等地中始新统NP13—15带。

灵峰盘星石藻（新种） *Discoaster lingfengensis* (sp. nov.)

(图版 97，图 3—4)

星形六辐射枝，粗壮的小个体。六辐射枝呈对称状，枝条自由部分呈短粗锥形，其长

度约相当于枝条结合的中央区直径的一半。中心有一六角星状瘤，星状瘤的角端指向枝间区，星状瘤的凹面与枝条相对，星状瘤的凹面有板形中线隆脊伸向自由枝角端。标本的最大直径9.5—13μm，自由枝长约2.5μm，中央区直径约5μm，中心星状瘤直径 2.3μm，板形隆脊最宽为 1.2μm。

比较与讨论 新种外貌很似*D. adamanteus*，但后者枝条隆脊与中心星状瘤的角相连，其个体也大。新种与 *D. stellulus* 相比较，后者缺少明显的星状瘤。

层位与分布 瓯江组。

卢多盘星石藻 *Discoster lodoensis* Bramlette et Riedel

（图版 86，图 4—6；图版 87，图 2）

1954 *Discoster lodoensis* Bramleth et Riedel, p. 398, pl. 39, figs. 3a, b.

星形。辐射枝通常为 6 个，稀有者为5个、7个或更多些。枝间接合部位长度约等于枝长 1/2 至 1/3；枝条向顶端，由粗逐渐变细变尖，并具定向弯曲。侧面观察，标本呈平凸形，在凸面可见辐射枝呈反时针方向弯转；中央常见一柄或瘤，呈星状，每一星角均有一脊线弯抵枝条弓形背部一侧。东海标本 13—20μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国加利福尼亚和得克萨斯，古巴、玻利维亚、海地、法国等地始新统中下部NP12—14带，为NP13带化石。

奇异盘星石藻 *Discoaster mirus* Deflandre

（图版 98，图 4）

1954 *Discoaster mirus* Deflandre p. 168.

1961 Stradner & Papp pl. 6, fig. 6a—b.

通常为 6 — 8 个粗枝，当前标本为 7 个枝。中心区在近极有花瓣状中心瘤，花瓣数目与枝目相同，花瓣间显有凹陷；枝末端分叉，在分叉基部两侧有一对结状饰物，各枝的对结相距较近，有些可见其接触。标本最大直径一般为11—18μm，当前标本为 15μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国等地中始新统。

莫氏盘星石藻 *Discoaster mohleri* Bukry & Percival

（图版 77，图 6—7）

1971 *Discoaster mohleri* Bikry and Percival, p. 128, pl. 3, figs, 3—5.

玖瑰花形盘，双凸。辐射枝条直射线状，枝条9—16个，枝条间缝合线几乎等于枝长，枝条自由部分很短呈圆尖顶状。在中央区枝条轻微凹下并相聚于中心；枝条轴线脊较高，枝间缝合线下凹；缺少中央瘤装饰。个体直径为 8.4μm，当前标本为 4.5—5μm。

层位与分布 灵峰组；分布于德国、美国、意大利、台湾等地上古新统 NP7—NP 9 带。

多辐射盘星石藻 *Discoaster multiradiatus* Bramlette et Riedel

（图版 77，图 4）

1954 *Discoaster multiradiatus* Bramlette and Riedel, p. 396, pl. 38, fig. 10.

1961 *Discoaster multiradiatus* Bramlette and Riedelvar. p. 162, p. 12, figs. 11a, b.

玫瑰花形态，约有16—35个辐射枝条，常见为20—30个，枝条紧密相接，其末端呈尖角状，致使盘缘呈锯齿状。星盘侧视微呈双凸。近极观察，枝条间缝合线直达中心，中央区枝条间缝合线微呈右旋。远极观察，中央区枝条缝合线微呈左旋。中央柄和瘤有或无。正交偏光下，中央区微显明亮。标本直径为 8.5—9.5 μm。本种是常见于第三系下部的重要化石，其时代分布范围，古新世晚期至早始新世早期。一些学者发现此种辐射枝数目，随年代从老到新有减少趋势，并出现中央柄等装饰。当前标本的辐射枝数目较多(25条)，未见中央柄，应属时代较老者。

层位与分布 灵峰组；分布于我国台湾、西德、法国、美国加利福尼亚等地及大西洋海域等古新统上部至下始新统NP8末至 NP11 带。

塞班盘星石藻 *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel

(图版 98，图 5—7)

1954 *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel p. 398, pl. 39, fig. 4.

具有 6 至 8 个辐射枝，当前标本为 8 — 9 个辐射枝，枝条似菱形，菱形枝一半处为枝条自由部分与枝条结合部分界限。中心有星状突起瘤，星状瘤的角与隆起脊线自然联结，隆起脊线位于每个枝条的一侧。标本的最大直径 10—13μm。

层位与分布 瓯江组；见于中太平洋马里亚纳、塞班岛、北大西洋海域及欧洲等地中始新统NP17 带。

亚卢多盘星石藻 *Discoster sublodoensis* Bramlette et Sullivan

(图版 97，图 5；图版 98，图 1)

1961 *Discoster sublodoensis* Bramlette and Sullivan, p. 162, pl. 12, fig. 6.

通常为五角星形，特征明显，多数为 5 辐射枝，少数为 6 辐射枝，枝条接合部位长度约相当臂长1/2。在远极中央区可见一小瘤。标本直径8.4—9μm。

层位与分布 瓯江组；见于德国、法国、海地等地中始新统下部NP14 至 NP15 带，NP14 带化石。

碗星石藻属 *Catinaster* Martini & Bramlette, 1963

属型 *Catinaster coalitus* Martini et Bramlette, 1963

多数为六角星形，中央区下凹，似篮子形。六条辐射枝，伸达边缘。正交偏光下，呈单晶消光性。

时代 渐新世至中新世

联合碗星石藻 *Catinaster coalitus* Martini et Bramlette

(图版 96,图 6)

1963 *Catinister coalitus* Martini et Bramlette p. 851, pl. 103, figs. 7—10.

六角星形。六辐射枝与六角构成篮子状。平面观察，六角外伸较短，角间区呈向中心凹陷的弧形；中心有一突出的柄。六条辐射枝向外直伸并交于星角间弧形线上，从而构成

六个菱形孔洞或凹坑。正交偏光下，平面观察，呈现全消光单晶型。标本直径5μm。本种常见于陆缘海区。

层位与分布 玉泉组；见于美国特立尼达，我国台湾，南海等地中新统 NN7—10 带。

簇形石藻科 Fasciculithaceae Hay et Mohler, 1967

簇形石藻属 *Fasciculithus* Bramlette et Sullivan, 1961

属型 *Fasciculithus involutus* Bramlette et Sullivan, 1961

近极柱与锥体组合而成之簇形颗石。

时代 古新世晚期至始新世最早期。

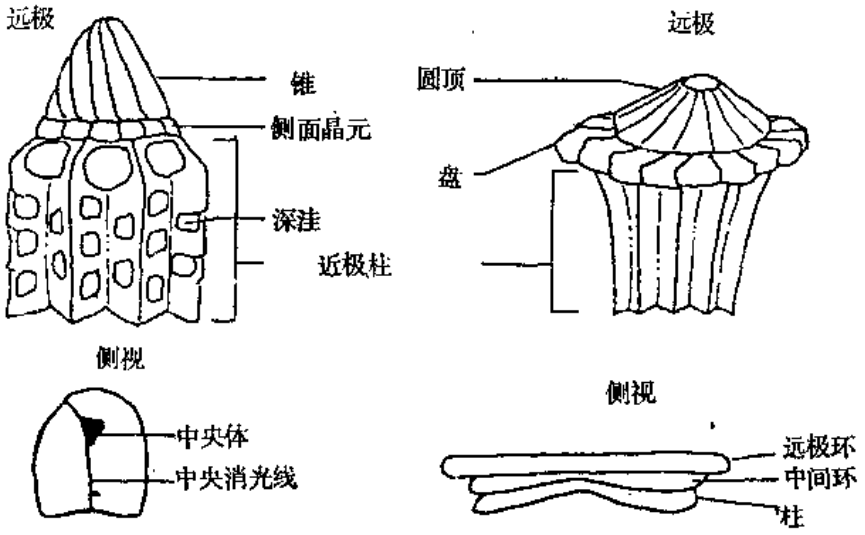


图 9 簇形石藻科（左）、日颗石藻科（右）术语

倾斜簇形石藻 *Fasciculithus clinatus* Bukry

（图版 71，图 11—13；图版 72，图 9—10）

1971 *Fasciculithus clinatus* Bukry, p. 318, pl. 4, fig. 8, 9.

远极呈低矮角顶，侧面观，似三角形。近极柱，侧视由 7 —8 条晶元柱组成，深洼在横向为2—3 层。正交偏光下，当标本长轴方向与偏振方向呈 45°角时，出现明亮中线；当标本方位角为0°时，在标本中部出现纵向暗色消光线。标本大小5μm。

层位与分布 灵峰组；见于北大西洋海域、北美、西班牙、以色列等地上古新统 NP 7— 9 带。

错杂簇形石藻 *Fasciculithus involutus* Bramlette et Sullivan

（图版 70，图 1—3、10—13、14—15）

1961 *Fasciculithus involutus* Bramlette and Sullivan, Partim, p. 164, pl. 14, figs. 1—3, non pl. 14, figs. 4, 5.

个体小，近方形。近极晶柱边缘相互平行，至顶部微有收缩。晶元柱数目较多，侧面

常显示7—9个；横向有2—4排楔形晶条分割晶柱，形成窗格深洼，有时可见大窗格套小窗格。锥体矮小，由顺时针方向叠复晶元构成。正交偏光下，中心消光线将标本平分为二，将物台转动45°时，中分心消光线转为明亮。标本大小一般为5—6μm，当前标本为4μm。

层位与分布 灵峰组至始新统瓯江组；见于法国、英国、西班牙等地上古新统至下始新统NP9—10带。

百合簇形石藻 *Faxciculithus lillianae* Perch-Nielsen

（图版70，图4—6；图版73，图1—2）

1971 *Fasciculithus lillanae* Perch-Nielsen, partim, p. 353, pl. 6, fig. 1; pl. 14, figs. 40—42, non pl. 6, fig. 3.

1979 Romein p. 152, pl. 5. fig. 3.

锥形簇石。远极锥为一根晶元组合柱。呈现顺时针缠绕结构；向下至近极柱成为8—12根宽棱晶元柱。正交偏光下，当标本方位角为0°时，出现细的中心消光线；转动方位至45°时，出现具有明亮夹心的粗的中心消光线。标本近极柱宽5.5μm，高6.5μm。

层位与分布 灵峰组；见于北大西洋与西班牙、以色列等地上古新统NP9带。

灵峰簇形石藻（新种） *Fasciculithus lingfengensis* (sp. nov.)

（图版72，图1—3）

近极柱与蘑菇状远极柱组成之簇形石。远极柱深埋于近极柱顶部，近极柱为一些横向晶棱所分割。正交偏光下，标本方位角为45°时，呈现镶有消光线边的中分明亮条带；标本方位角为0°时，仅显一中心消光线，同时在远极出现向中侧斜消光线。标本宽5μm，高6.6μm。

比较 标本近似 *F. bobii*，然而，后者仅有纵向近极柱，缺少横向晶棱。

层位 灵峰组。

理查德簇形石藻 *Fasciculithus richardi* Perch-Nielsen

（图版71，图1—3）

1971 *Fasciculithus richardii* Perch-Nielsen p. 355, pl. 8, fig. 1—6, pl. 9, fig. 2, pl. 14, fig. 5—7.

侧面观，由5—6条纵向近极柱及3条横向晶棱所分割，构成排状深洼；远极为复合楔形顶端。正交偏光下，标本方位角为0°时，出现平分标本的纵向消光线；标本方位角为45°时，中央出现镶有消光边线的亮条，该亮条平分标本为二。标本宽8.3μm，高7.5μm。

层位与分布 灵峰组；见于北大西洋上古新统NP9带。

肖氏簇形石藻 *Fasciculithus schaubii* Hay et Mohler

（图版71，图4—6；图版73，图3）

1967 *Fasciculithus schaubii* Hay and Mohler, p. 1536, pl. 203, figs. 2, 4, 7, 10; figs. 1—3, 5—7.

尖顶簇形体。近极晶元柱呈楔形，12—16条；侧面显示4—6条柱面，并为2—3排横向晶元所分割，形成柱间窗格深凹。正交偏光下，由于个体较大，干涉色甚高；明亮部分与暗色消光线组合显示出原标本的轮廓线。标本宽7.5μm，高 9.5μm。有些学者，如 Romein 认为 *F. richardii* 应为本种变种。

层位与分布 灵峰组；见于法国上古新统NP9带。

托氏簇形石藻 *Fasciculithus tonii* Perch-Nielsen

（图版 71，图 7—10）

1971 *Fasciculithus tonii* Perch-Nielsen, p. 354, pl. 7, fig. 4; pl. 14, figs. 15, 16.

似圆锥顶主教帽形，个体很大。长短不等的柱形晶元交替联接，底视呈星形。晶元柱约20—30个，柱面间亦有明显窗格深洼。宽大锥顶由10—15个楔形晶元组成，在远极呈顺时针方向的螺旋状。正交偏光下，晶元柱呈高干涉色，柱间为暗消光线、深洼显低干涉色或消光色，构成与标本相似的外貌。标本宽14μm，高 15μm。

层位与分布 灵峰组；见于北大西洋、西班牙等地区上古新统NP9带。

鼓形楔形石藻 *Fasciculithus tympaniformis* Hay et Mohler

（图版 70，图 7—9；图版 72，图 17）

1967 *Fasciculithus tympaniformis* Hay and Mohler, in Hay et al, p. 447, pl. 8, figs. 1—5; pl. 9, figs. 1—5.

簇形柱体。由16—30个柱形晶元构成，向远极顶部方向变窄，顶微凸，由顺时针方向晶元叠覆构成，其缝合线呈逆时针方向旋转，晶元数等于或少于近极柱体。正交偏光下，呈现等分柱体的中央消光线，该消光线顶部微左倾弯向远极。标本一般宽为5—8μm，高 6—9μm；当前标本宽4—5μm，高 5μm。

层位与分布 灵峰组；见于法国、北大西洋、以色列、我国台湾等地区上古新统，NP5—9带。

日颗石藻科 Heliolithaceae Hay & Mohler, 1967

日颗石藻属 *Heliolithus* Bramlette & Sullivan, 1961

属型 *Heliolithus riedeli* Bramlette & Sullivan 1961

圆形柱体日射盾盘，由远极环形日射盘与近极柱（有时还具中间环）构成。

时代 晚古新世

克兰佩尔日颗石藻 *Helilithus kleinpellii* Sullivan

（图版 75，图 2—4，11）

1964 *Heliolithus kleinpelli* Sullivan, Vol. 44, no. 3, p. 193, pl. 12, fig. 5a, b.

个体较大，由顺形大盾盘与近极柱盘组成，两盘紧密相贴。远极大盘为三圈日射状盘，由大约50个楔形放射晶元左叠覆旋转排列组成。近极观察，柱盘楔形晶元呈右叠覆。标本厚度小，一般只能观察到正面图象。正交偏光下，出现微有右旋的十字消光带和中心呈斜交叉的消光图象。当前标本直径为8.3—9μm，略小于典型标本。

层位与分布 灵峰组；见于美国加利福尼亚州、法国南部、太平洋海域、我国台湾等上古新统NP6—9带。

莱德日颗石藻 *Heliolithus riedelii* Bramlette and Sullivan

(图版 75，图1)

1961 *Heliolithus riedelii* Bramlette and Sullivan Vol. 7, No.2, p. 164, pl. 14, figs. 9a-c, 10-11.

双凹锥柱盘，由远极盘与近极柱盘组成。远极盘直径较大，盘体较薄，由约20个楔形晶元组成内凹放射状盘；近极柱盘直径较小，柱盘较高，其晶元数与远极盘相等且每条晶元相通直联。正交偏光下，本种只出现单层圈与正十字消光线，线末端无歪斜。当前标本远极盘直径5—6.5μm，近极柱盘直径4.5—6μm，柱高5—7μm。一般直径为7—12μm。

层位与分布 灵峰组；分布于美国亚拉巴马、墨西哥湾、法国、太平洋、英国等地区古新统NP 8 带。

卷球石藻科 Helicosphaeraceae Black, 1971

卷球石藻属 *Helicosphaera* Kamptner, 1954

属型 *Helicosphaera Kamptneri* Kamptner, 1954

浅筐篮型颗石。远极盾呈旋卷状，翼端常具凸缘。近极盾的中心区可分成中心穴孔和中心桥。正交偏光下具十字消光特征，当旋转载物台时，十字消光线分离成两条反向的弧线。Kamptner (1954) 将本属的属型*Helicosphaera Kamptneri*，从 *Coccolithus* 属中分出后拟定本属。Hay and Mohler (1967) 因强调*H. kamptneri*的翼端特征，裂缝方向等差异而修定为*Helicopontosphaera*属。其属型为*Helicopontosphaera kamptneri*。根据优先原则，采用了*Helicosphaera*。

时代 始新世—现代。

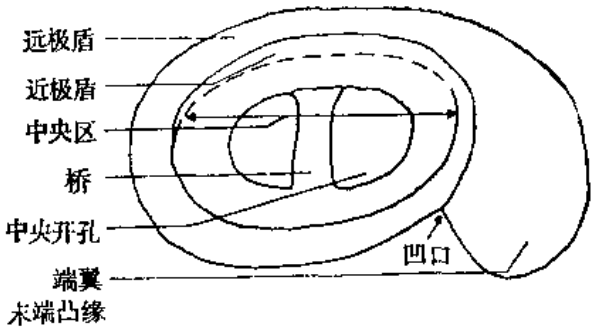


图 10 卷球石藻科

透明卷球石藻 *Helicosphaera hyalina* Gaarder

(图版 102，图 5—7)

1970 *Helicosphaera hyalina* Gaarder, p. 113, figs. 1a-g, 2a-d, 3a.

浅筐篮型颗石。长椭圆翼状。颗石具双盾盘。近极盾较大，中心区开孔很小。中心桥不明显，开孔呈一狭长的窄缝。远极盾端翼钝而圆滑，外凸不明显。正交偏光下，窄缝呈

现为消光线，两端具不对称"V"形消光。

层位与分布 东海群；世界各海域的第四系均有分布。

赛氏卷球石藻 *Helicosphaera sellii* (Bukry et Bramlette) Tafar et Martini

(图版 102，图 8)

1969 *Helicopontosphaera sellii* Bukry et Bramlette, p. 134, pl. 2, figs. 3-7.

1975 *Helicosphaera sellii* (Bukry et Bramlette) Tafar et Martini, p. 391.

浅筐篮型颗石。椭圆形。远极盾端翼收缩呈钝圆形。中心区具一较大的开孔，其上发育微倾斜的中心桥，将开孔明显分成两部分。

层位与分布 东海群；世界各海域的上上新统至全新统均有分布。

瓦氏卷球石藻 *Helicosphaera wallichii* (Lohmann) Boudreaux & Hay

(图版 102，图 1—4)

1902 *Coccosphaera wallichii* Lohmann, p. 108, pl. 5, figs. 58-60.

1969 *Helicopontosphaera wallchii* (Lohmann) Boudreaux et Hay, p. 272, pl. 6, fig. 9.

浅筐篮型颗石。卵圆形，个体中等大小，近极盾围壁呈顺时针方向排列，近极盾中心区有两条斜向排列的裂缝，裂缝不对称并与颗石长轴方向呈近 30°夹角。远极盾端翼呈收缩状。

层位与分布 东海群；世界各海域第四系均有分布。

角垫石藻科 Lithostromationaceae Deflandre 1959

角垫石藻属 *Lithostromation* Deflandre, 1942

属型 *Lithostron perdurum* Deflandre, 1942

星状等边三角型或六角型，中央区洼坑发育。

时代 始新世至上新世

坑痕角垫石藻 *Lithostromation perduram*, Deflandre

(图版 78，图 8)

1942 *Lithostromation perdurum* Deflandre p. 919, figs. 1-9.

星形等边三角形，个体较小；有六个洼坑成对地分布于三角边区，在三角中心亦有一洼坑。正交偏光下，不显干涉色。标本大小8.4μm。

层位与分布 三潭组；见于意大利、捷克等地中新统至上新统。

海球石藻科 Pontosphaeraceae lammermann, 1908

海球石藻属 *Pontosphaera* Lohmann 1902

属型 *Pontosphaera syracusana* Lohmann, 1902

椭圆形盾盘，微显凹凸；盘壁薄，盘壁高度不等。

时代 古新世至现代

多孔海球石藻 *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth.

(图版 75，图 10；图版 77，图 5；图版 104，图 2—4)

1948 *Discolithus multiporus* Kamptner, p. 5, pl. 1, fig. 9.

1965 *Discolithian multipora* (Kamptner) Martini, p. 400.

1970 *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, p. 860.

椭圆形浅盘，盘壁较薄。盘底板可见一条纵向中央裂隙，沿裂隙方向有 4 排向心穿孔，孔数约14—36个。盘壁由密集倾斜排列晶元组成。在正交偏光下，椭圆盘长轴两端呈现向心双凸粗消光线。标本长7—8μm，宽4.5—5.5μm。国外始新统标本盘壁厚度，有早期较薄，晚期变厚之趋势；东海标本较厚，应属中始新世化石较宜。

层位与分布 瓯江组与东海群；分布于欧洲、北美、大西洋、太平洋、印度洋、南亚、南海、黄海等地新生界。

小斑孔海球石藻 *Pontosphaera punctosus* (Bramlette et Sullivan) Perch-Nielsen

(图版 83，图 9)

1961 *Discolithus punctosus* Bramlette et Sullivan p. 143, pl. 3, figs. 11a-c.

1984 *Pontosphaera punctosus* (Bramlette et Sullivan) Perch-Nielsen p. 42.

椭圆形薄盘，盘壁矮而薄；盘中布满小穿孔，孔数约40个，环绕中央区排列(6 排)；盘中心微低，并具一小横棒装饰，小棒两边形成较大的半圆孔。正交偏光下，短轴方向出现双凸对接的宽弧形消光带。标本长9.2μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国加利福尼亚始新统。

日本海球石藻 *Pontosphaera japonica* (Takayama) Burns

(图版 103，图 3—4)

1967 *Discolithina japonica* Takayama, p. 189, pl. 9-10, figs. 1, 2a-d, text-fig. 7.

1973 *Pontosphaera japonica* (Takayama) Burns, p. 154-157, pl. 2, figs. 8-13.

个体中等大小，盾盘常为5 × 7μm。盘壁较高。中心区具双层结构，其上筛孔较小，数量极多，远远超过本属其它种。正交偏光下，当盾盘的长轴方向与南北偏振光方向平行时，四条消光带组成上下对称的"V"字形亮带。

层位与分布 东海群；日本海，中国沿海，中太平洋的第四系均有分布。

横棒海球石藻属 *Transversopontis* Hay, Mohler et Wade, 1966

属型 *Transversopontis obolguipons* (Deflandre) Hay

椭圆形浅盘，中央区有一横切长轴方向的横棒状中央桥，此棒将中央区分成两大洞。

时代 始新世至渐新世

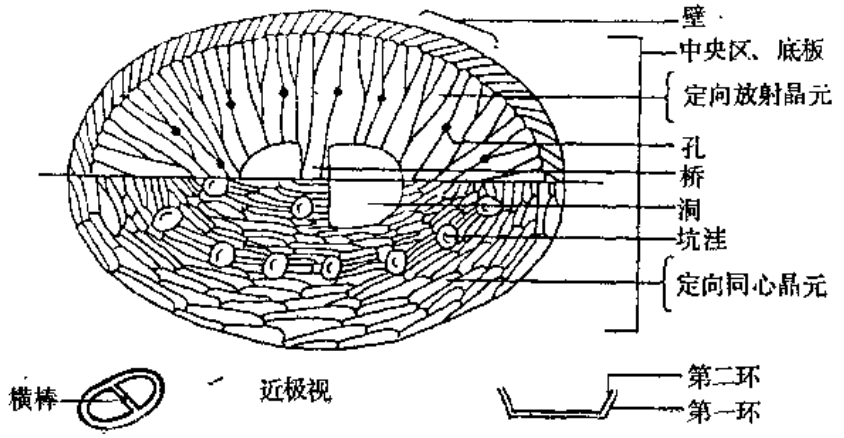


图 11 横棒海球石藻科

倾斜横棒海球石藻 *Transuersopontis obliquipons* (Deflandre) Hay, Mohler et Wade

(图版 85，图 4—5)

1954 *Discolithus obliquipons* Deflandre, Ann. Paleont. p. 139, pl. 11, figs. 1-2(?text fig. 53).

1966 *Transversopontis obliquipons* (Deflandre) Hay. Mohler. et Wade p. 391, pl. 8, fig. 5.

椭圆形薄盘，盘中央有一垂直长轴方向的横棒将盘中央分成两大半圆洞孔，围绕周缘约有20个垂直壁缘楔形晶元与半圆洞相接，楔形晶元间隙为椭长形小孔。正交偏光下，长轴两端呈现向心之抛物线形消光线。标本大小9.2—12μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国、美国等地区始新统NP11—NP15带。

美丽横棒海球石藻 *Transversopontis pulcher* (Deflandre) PerchNielsen

(图版 83，图4、6—8；图版84，图 2)

1954 *Discolithus pulcher*, in Deflandre and Fert, p. 143, pl. 12, figs. 17, 18.

1967 *Transversopontis pulcher* (Deflandre) Perch-Nielsen p. 27, pl. 3, figs. 9-11, fig. 1.

椭圆形薄盘，盘中央有一垂直长轴方向的横棒将盘中央分成两大半圆洞孔，围绕周缘约有20个垂直壁缘的楔形晶元与半圆洞孔相接，楔形晶元间隙为椭长形小孔。正交偏光下，长轴两端呈现向心之双突弧形消光线，标本大小9.2—12μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国、美国等地区始新统，NP11—15带。

桥石藻科 Gephyrocapsaceae Hay, 1977

艾氏石藻属 *Emiliania* Hay & Mohler, 1967

属型 *Pontosphaera huxleyi* Lohmann, 1902

双盘型颗石，亚圆形。远极盾稍大于近极盾，前者略凸，后者凹。中心区有孔，孔内具栅网状或实心板状构造。远极盾方解石晶元常呈“I”或“T”形。单偏光下轮廓很小，正交偏光下两盾均产生干涉图。

时代 晚更新世—现代。

赫胥黎艾氏石藻 *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler

(图 99，版图 9；图版100，图 1—2)

1902 *Pontosphaera huxleyi* Lohmann, p. 130, pl. 4, fig. 1; pl. 6, fig. 69.

1967 *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler, p. 447, pl. 10, figs. 1—2; pl. 11, figs. 1—2.

双盘型颗石，椭圆形，直径常小于5μm。远极盾略大于近极盾。远极盾稍凸，呈单环形，由30—50个“I”形晶元微叠覆排列而成，中心区孔较大。近极盾凹，晶元紧密排列或相连成板状。中心区呈不规则栅网状。正交偏光下，其上下各具两亮弧外凸，与长轴具一定的交角。

讨论 本种具冷、暖水生态型，暖水种的近极盾晶元呈“I”或“T”形，中心区为纤维栅网状。冷水种的近极盾晶元连接成封闭状，中心区为实心板状。两者之间有不同的过渡类型。本区样品中化石多为过渡型。其近极盾晶元呈“I”形并微叠覆，中心孔具不规则栅网状构造。

层位与分布，东海群；广泛分布于世界各海域的第四系，为NN21带的带化石。

桥石藻属 *Gephyrocapsa* Kamptner, 1943

属型 *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner, 1943

双盘型颗石，椭圆至亚圆形，个体中等大小。远极盾略凸，近极盾平凹，前者略大。晶元呈辐射状排列。两盾均具有椭圆形的中心孔。在远极盾中心孔上有一与椭圆长轴相交的小桥构造，此为本属的重要特征。

本属内各种的分类依据，除颗石的形态特征外，还常根据远极盾的长度、宽度、圆度率、孔宽率、轴桥角等特征来区分种之间的差异。

时代 晚上新世—现代。

伊氏桥石藻 *Gephyrocapsa ericsonii* McIntyre et Bé

(图版 99，图 8)

1967 *Gephyrocapsa ericsonii* McIntyre et Bé, p. 571, pl. 10—12, fig. b.

双盘型颗石，椭圆形，个体较小，一般2—3μm。远极盾由 25—30 个方解石晶元微右旋叠覆排列而成。晶元间缝合线直。中心孔较小，其上具明显的小桥构造。远极盾长度为 6—4.6μm，圆度率为75—89，孔宽率为34—55，轴桥角为3—36°。

层位与分布 东海群；世界各中、低纬度海域内的第四系均有分布。

大洋桥石藻 *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner

(图版 99，图 1—5，7)

1902 *Pontosphaera huxleyi* Lohmann, p. 130, pl. 4, fig. 1.

1943 *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner, p. 45.

颗石球呈圆球状，由16—22个颗石组成。颗石为双盘型，个体中等大小，亚圆形。远

极盾略外凸，中心区孔大。孔上具一连桥，由2个方解石晶元并联而成。中央管在中部连成领环。远极盾的长度为4—7μm，圆度率为77—90，孔宽率为32—61，轴桥角为70—90°。近极盾内凹，中心孔具细放射状栅条构造。正交偏光下产生定向干涉图，由四条明亮的栅条微叠覆成矩形方框，框内另具一条斜交的亮栅条。

层位与分布 东海群；广泛分布于世界各海域中的上上新统至全新统，为NN20带的带化石。

原赫胥黎桥石藻 *Gephyrocapsa protohuxleyi* McIntyre

（图版 99，图 6）

1970 *Gephyrocapsa protohuxleyi* McIntyre, p. 187—190, text-figs. 1a, b, d, f, g.

双盘型颗石。个体小，约1.5—2μm。远极盾方解石晶元较粗，呈放射状排列。晶元之间具小沟。中心孔大，其上具明显的小桥构造。远极盾的圆度率为80，孔宽率为55，轴桥角大于70°。

讨论 当前标本与*Grphyrocapsa protohuxleyi* McIntyre 1970标本相近。但是McIntyre标本的轴桥角极小，一般为0—45°。当前标本的轴桥角很大，几乎接近90°。因此两者有一定的差异。

层位与分布 东海群；分布于中太平洋、中大西洋的第四系。

假艾氏石藻属 *Pseudoemiliania* Gartner, 1969

属型 *Pseudoemiliania lacunosa* Kamptner & Gartner, 1969

双盘型颗石。椭圆形，远极盾大于近极盾，远极盾的晶元之间具规则或不规则裂口。中心区有较大的中心孔，孔缘常具有领环。

时代 早上新世—晚更新世

裂口假艾氏石藻 *Pseudoemiliania lacunosa* (Kamptner) Gartner

（图版 100，图 3—5）

1963 *Ellipsaplacolithus lacunosa* Kamptner, p. 172, pl. 9, fig. 50.

1969 *Pseudoemiliania lacunisa*(Kamptner) Gartner, p. 589, pl. 2, figs. 9—10.

双盘型颗石，亚圆形。远极盾大于近极盾。远极盾单环，晶元呈右旋排列，晶元间具不规则裂口。中心区孔大，孔缘具一外凸的领环。近极盾晶元之间无裂口，通常由30—50个方解石晶元右旋叠覆排列而成。

层位与分布 三潭组至东海群中下部；见于世界各海域和地区上新统至更新统NN12带至NN19带。

网窗颗石藻属 *Reticulofenestra* Hay, Mohler et Wade, 1966

属型 *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini and Ritykowski

椭圆形、亚圆形颗石。远极盾大于近极盾，中央区网孔、栅棒发育，附于近极盾内缘，并与远极盾中央区壁相接。

时代 早始新世晚期至上新世

亚拉巴马网窗颗石藻 *Reticulofenestra alabamensis* Roth

（图版 92，图 1—4）

1970 *Reticulofenestra alabamensis* Roth, p. 846, pl. 3, figs. 4, 5.

椭圆形，个体小。远极视，由远极盾与壁构成；远极盾由35—40余个楔形晶元组成，呈右旋叠覆，壁晶元呈左旋叠覆，并与中央栅棒相连。近极盾小于远极盾，楔形晶元数与远极盾相同；晶元左旋叠覆并伸向中央区，形成垂直长轴栅棒网；沿长轴中心线方向有中心脊棒分割栅棒网为二等份；脊棒在近极平凹，在远极微突起。栅棒数目少于盾盘晶元数，栅棒间具规则孔隙。标本长轴2.3—3.7μm，短轴2—2.9μm。

层位与分布 瓯江组；分布于美国亚拉巴马、西德等地始新统至渐新统NP21—23带。

东海网窗颗石藻（新种） *Reticulofenestra donghaiensis* (sp. nov.)

（图版 90，图 3—7）

椭圆至亚圆形盾盘，远极盾大于近极盾，中央为密布椭圆形穿孔的筛网。远极盾由54—60余个楔形晶元顺时针微叠覆而成，盾缘呈齿状；远极壁晶元较宽，其数目与远极盾相同。近极盾面较平滑，其晶元数与远极盾相同。中央穿孔网贴附于近极盾面，网径大小不等，穿孔数为54—64个。在正交偏光下，盾盘呈⊥字形消光线。标本大小，远极盾长轴4—5μm，短轴3.5—4.5μm；近极盾长轴3.3—4μm；孔网直径0.9—1.5μm。

比较与讨论 当前新种与*R. laevis*比较，后者以盾盘晶元极多（140个）、网孔数目少（30—40个）而相互区别。

层位 瓯江组。

拉埃维网窗颗石藻 *Reticulofenestra laevis* Roth & Hay

（图版 90，图 1—2）

1967 *Reticulofenestra laevis* Roth & Hay, p. 449, pl. 7, fig. 11.

亚圆形或椭圆形颗石；较大的中央区带有30至40个网孔；远极盾呈亚圆形，约由60至80个晶元组成，晶元呈左旋叠覆，中央区双层壁；近极盾较小，相当远极盾直径的5/6，其内环的外径仅为远极盾直径一半；中央网窗孔区直径近于远极盾直径的1/4。标本远极盾长轴4.1—4.7μm，短轴3.5—3.8μm；中央网窗区的长轴1.9μm，短轴1.2μm。

层位与分布 瓯江组；见于古巴Blake Plateau等地始新统。

灵峰网窗颗石藻（新种） *Reticulofenestra lingfengensis* (sp. nov.)

（图版 91，图 3—7）

亚圆形或圆形盾盘，远极盾略大于近极盾，中央圆形穿孔筛网发育。远极盾具条形晶元，约48—60个；近极盾的晶元数与远极盾相同，网孔贴附于近极盾，网孔数为34—48个不等。正交偏光下，中央呈现方圆形消光暗区。标本的远极盾直径 4—5μm，近极盾直径

3.6—4.4μm，网孔直径1.5—1.7μm。

比较讨论 当前标本与*R. laevis*比较，前者近圆形，后者为椭圆形；前者网孔数目较多。本新种与*R. donghaiensis*相比，中心区直径与盾宽比值相差较大，前者比值近于1，后者小于1。

层位 瓯江组。

假脐网窗颗石藻 *Reticulofenstra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner

（图版 100，图 6—8）

1967 *Coccolithus pseudoumbilica* Gartner, p. 4, pl. 6, figs. 1—4.

1969 *Reticulofenstra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, p. 594, pl. 2, fig. 4.

双盘型颗石，亚圆形。近极盾略小于远极盾；后者略凸，具壁环，前者平凹。盾盘一般具60—70个方解石晶元，远极视呈右旋微叠覆排列。中心开孔较大，约占颗石直径的1/3，开孔内具网窗装饰孔。

层位与分布 玉泉组，三潭组及东海群；分布于世界各地及海域的中新统至上新统下部。

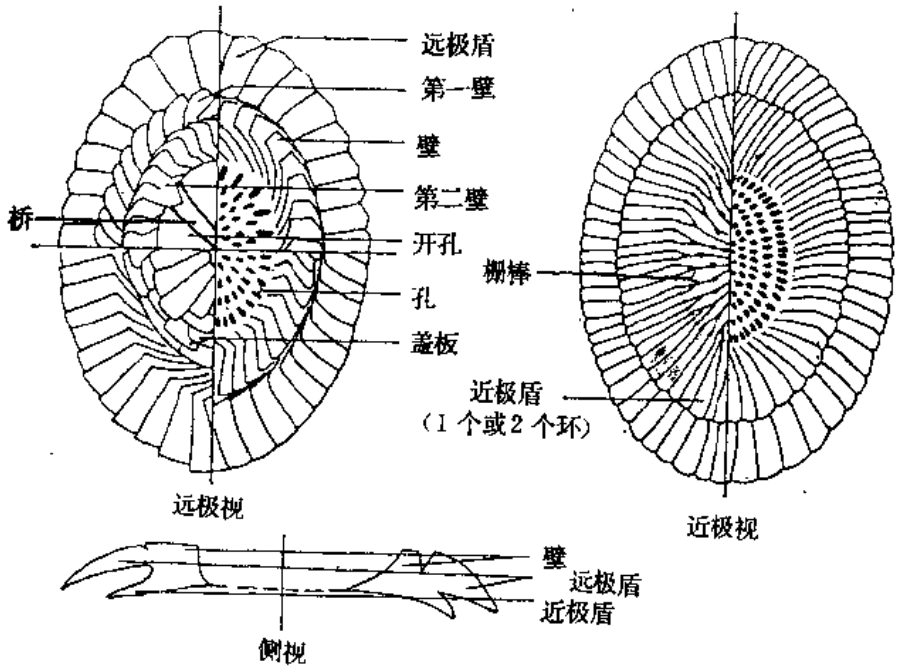


图 12 托氏颗石藻属、网窗颗石藻属、桥石颗石藻科、普氏颗石藻科术语

托氏颗石藻属 *Toweius* Hay et Mohler, 1967

属型 *Toweius craticulus* Hay & Mohler, 1967

圆形、近圆形或椭圆形盾盘；侧视呈凹凸形，远极盾略大于近极盾，盾盘晶元微覆或叠覆；远极中央区有伸向中心之栅棒或网孔。

时代 晚古新世至中始新世

突出托氏颗石藻 *Toweius eminens* (Bramlette et Sullivan) Gartner

(图版 74，图 4—9)

1961 *Coccolithus eminens* Bramlette and Sullivan, p. 139, pl. 1, fig3.

1967 *Cruciplacolithus eminens* (Bramlette and Sullivan)Hay and Mohler, p. 1527, pl. 196, figs. 26-28.

1971 *Toweius eminens* (Bramlette and Sullivan) Gartner p. 114, pl. 5, figs. 4-6.

圆形或近圆形颗石。远极盾略大于近极盾，远极盾晶元呈顺时针方向叠覆，晶元缝合线微弯曲呈反时针方向。近极视时，近极盾晶元缝合线弯斜方向相同。远极中央区，晶元组合之环壁较厚且突出，有4—7个晶条从环壁伸向中心，会聚构成中央区4—7个孔洞。正交偏光下，中央区厚而突出的环壁呈现高干涉色，近中心具交叉消光线，转动方位时，消光线有变化。标本大小4—6μm。

Perch-Nielsen等人（1971—1977）曾将具有四个孔的标本另列一新种*T. tovae*，此观点至今仍见于一些著作中。

层位与分布 灵峰组。分布于法国、英国、北大西洋、美国亚拉巴马等地区古新统至下始新统，NP7—10带。

穿孔托氏颗石藻 *Toweius pertusus* (Sullivan) Romein

(图版 76，图 4、6—8)

1965 *Coccolithus pertusus* Sullivan, p. 32, pl. 3, figs. 5, 6.

1979 *Toweius pertusus* (Sullivan) Romein p. 124, pl. 3, fig. 9.

椭圆形至圆形。远极中央区有晶元组合之壁环，中央网孔附于远极壁内缘。中央网孔数目6—24个。正交偏光下，环壁显高干涉色，中心呈明亮四瓣状。

层位与分布 灵峰组；广泛见于美国加利福尼亚、法国巴黎盆地、北大西洋、西班牙、以色列等地区古新统至始新统。

棒球石藻科 Rhabdosphaeraceae Lemmermann, 1908

棒球石藻属 *Rhabdosphaera* Hacckel, 1894

属型 *Rhabdisphaera Claviger* Murray et Blackman, 1898

带有中央突起棒的基盘，基盘为亚圆形或圆形突起盘座，棒与基盘通过颈环相连。棒盘中心为连通的中空体。基盘与中央突起棒经常单独出现。

时代 始新世

棒状棒球石藻 *Rhabdosphaera clavigera* Murray & Blackman

(图版 105，图 1，3—5)

1894 *Rhabdosphaera clavigera* Murray & Blackman, p. 289, pl. 26, figs. 11-12.

棒槌型颗石。基盘微拱曲，椭圆或圆形。棒杆直，末端膨大，形似棒槌。棒杆中心有一长而直的柄管。正交偏光下，柄管清晰可见。

层位与分布 上更新统至全新统；见于我国南海及太平洋、印度洋及大西洋地区的第

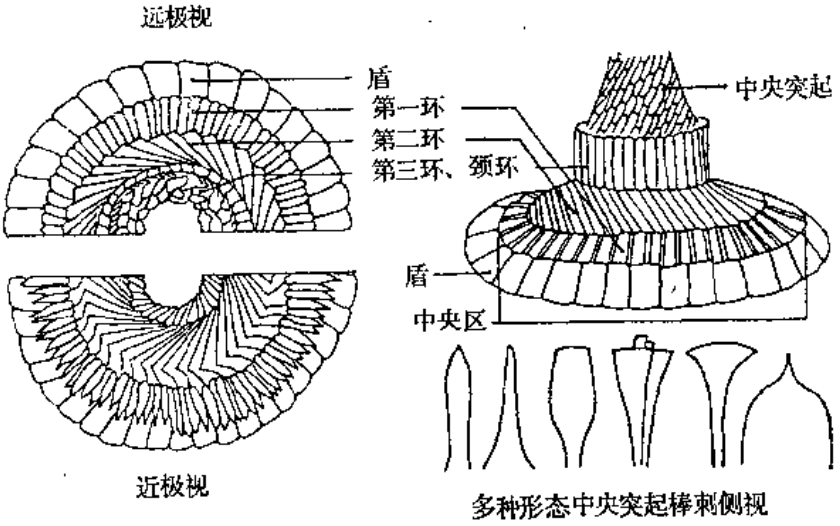


图 13 棒球石藻科术语

四系。

膨胀棒球石藻 *Rhabdosphaera inflata* Bramlette et Sullivan

（图版 93，图7—9；图版 94，图 1；图版 95，图 1）

1961 *Rhabdosphaera inflata* Bramlette and Sullivan p. 146, pl. 5 figs. 4a, b.

棒球石具中央突起刺。呈具柄的长棒状，在棒中部膨胀，柄底部为中央开孔的环形基座，棒末端逐渐变细变尖，棒中心中空。标本长20—25μm，中部膨大直径 2.6—3.3μm，环形基座直径2.4—3μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国西南部中始新统。

粗糙棒球石藻 *Rhabdosphaera rudis* Bramlette et Sullivan

（图版 94，图 9—11）

1961 *Rhabdosphaera rudis* Bramlette et Sulliva, p. 146-147, pl. 5, fig. 6a, b.

茶水瓶状，个体大，表面粗糙、多皱。基部为椭圆形盘，中上部为管状短棒，中部微有膨大，向上逐渐变细，顶部平截状。标本长10μm，膨大直径4.8μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国加利福尼亚下始新统。

布莱克颗石藻属 *Blackites* Hay and Towe 1962

属型 *Blackites spinosus* (Deflandre) Hay and Towe, 1962

多环盾盘，带有中央突起棒刺。

时代 始新世

针棘布莱克颗石藻 *Blackites spinosus* (Deflandre) Hay and Towe

（图版 95，图 3—6；图版 96，图 1—5）

1954 *Discolithus spinosus* Deflandre, Deflandre and Fest, p. 143, pl. 14, figs. 13-15.

1962 *Blackites spinosus* (Deflandre and Fest) Hay and Towe, p. 505, pl. 4, fig. 5.

多环圆盘，中央为突起棒刺。多环圆盘从外向内为盾盘、一环、二环与中央颈环。盾盘由长方形晶元组成，一环为细条形晶元组成。二环为螺旋形反时针叠覆晶元组成，中央颈环为细板条状晶元组成。中央突起棒刺由柄基与棒刺组成，棒刺为斜螺旋纹壁的刺状空心管。标本大小，盾盘外径5.2—5.6μm，一环外径 3.9—4μm，二环外径 3.1—3.4μm，颈环外径2.7—3μm，开孔径1—1.5μm，棒刺长8.9—10.1μm。

层位与分布 瓯江组；见于巴基斯坦、法国、新西兰、西德等地区中、上始新统。

楔形石藻科 Sphenolithaceae -Deflandre, 1952

楔形石藻属 *Sphenolithus* Deflandre 1952

属型 *Sphenolithus radians* Deflandre, 1952

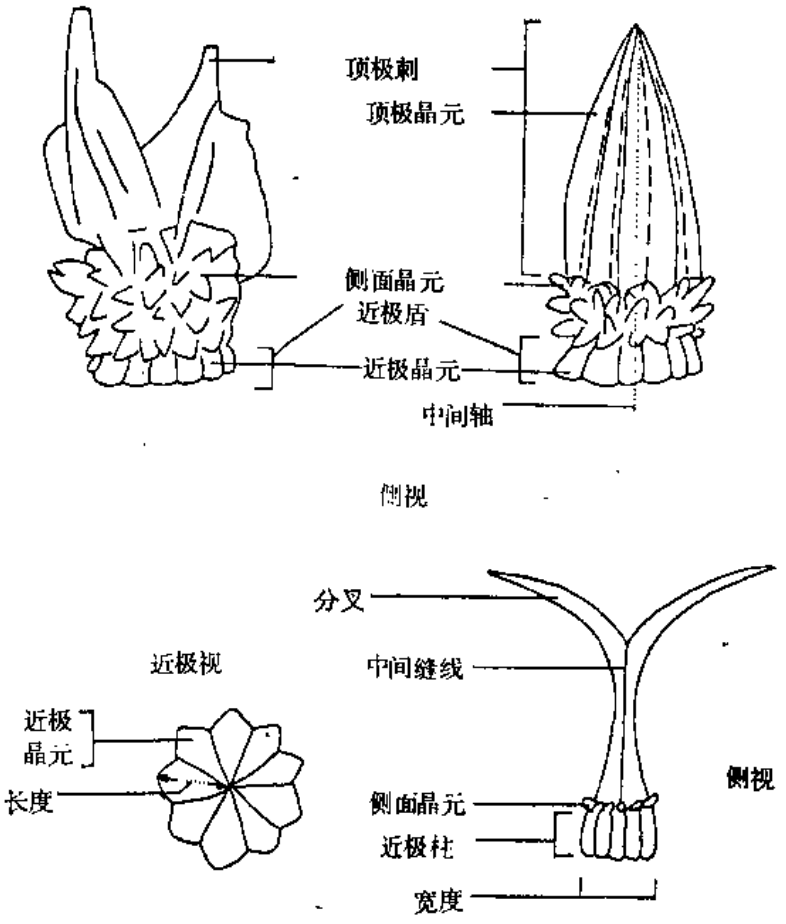


图 14 楔形石藻科术语

楔形石由三部分构成，下部为近极盾，具有内凹柱状底盘，中部为放射状晶元组合，顶部远极为锥状或穹窿状。

时代 古新世至上新世

杉型楔形石藻 *Sphenolithus abies* Dflandre & Fert

(图版 96，图 13)

1953 *Sphenolithus abies* Deflandre, p. 1785.

1954 *Sphenolithus abies* Deflandre, Deflandre & Fert, p. 164, pl. 10. figs. 1—4.

锥顶穹窿型，个体较小，近极盾为短柱状放射晶元构成内凹型基盘，中部晶元小且具双层放射结构，远极晶元少而较粗大，呈穹窿锥顶状。侧视在正交偏光下，方位角0°时标本现正十字消光线，旋转45°时，出现叉字形消光线，标本高3μm，近极柱宽2.4μm。

层位与分布 玉泉组至三潭组；见于法国、我国台湾、南海中—上新统。

异形楔形石藻 *Sphenolithus heterormorphus* Deflandre

(图版 89，图 7—8)

1953 *Sphenolithus heteromorphus*, Deflandre, p. 1785, 1786, figs1—2.

长锥型。近极盾由8—11个柱形晶元组成，底视呈内凹放射盘，中部具放射晶元。远极由粗壮锥形晶元组成，其晶元长度通常大于中部侧面晶元宽度。近极柱宽度亦大于中部侧面晶元宽度。正交偏光下，当标本长轴与光学方位呈45°交角时，楔形整体明亮而在下部出现Y字形消光线；当标本与偏光方位平行时，远极锥消失（或微显隐形），中下部呈十字消光。标本高7.6—8.5μm，宽4μm。

层位与分布 玉泉组；分布于德国、太平洋、我国台湾及珠江口盆地等中新统NN4—5带。

桑椹楔形石藻 *Sphenslithus moriformis* (Bronnimann & Stradner, 1960) Bramlette & wilcoxon,

(图版 75，图 5；图版 80，图 10；图版 82，图3—9)

1960 *Nannoturbella moriformis* Bronnimann & Stradner, p. 368, figs. 11—16.

1967 *Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner) Bramlette & Wilcoxon, p. 124, 126, pl. 3, figs. 1—6.

形似桑椹。近极盾为内凹短柱盘，中部与远极穹窿顶浑为一体，由短粗放射晶元构成。正交偏光下，可见放射状消光线，中心明亮并常被交叉消光线所分割。其与 *Heliolithus riedelii* 的区别，在于前者外轮廓参差不齐，放射消光线分布不均一。标本大小4—8μm。

层位与分布 玉泉组；见于法国、特立尼达、我国珠江口等地始新统至中新统。

原始楔形石藻 *Sphenolithus primus* Perch-Nielsen

(图版 83，图 1—3)

1971 *Sphenolithus primus* P.-Nielsen p. 357, pl. 11, fig. 4, pl. 12, figs. 4, 5, 7—12; pl. 14, figs. 22—24.

蜂巢状。近极盾由7—11个柱状晶元组成，中心有较深凹陷；远极柱形晶元组成穹窿。化石高与宽度几乎相等。在正交偏光下，具十字消光线与参差不齐的放射状消光细线。标本大小4—6μm，略小于命名标本。

层位与分布 灵峰组及瓯江组；见于北大西洋海域、欧洲、我国台湾以及以色列等地区古新统至始新统。

放射楔形石藻 *Sphenolithus radians* Deflandre,

（图版 89，图 6）

1952 *Sphenolithus radians* Deflandre, p. 466, fig. 343, J—K; fig. 363, A—C.

锥形楔形石。近极盾由 7 —11个短柱晶元组成放射底盘，中部侧面晶元约由 2 — 3 层刃状放射晶元组成；远极为由四个刃状晶元组成之锥体，围绕中线呈放射状排列。正交偏光下，标本长轴平行偏光方向时，出现以近极柱顶为上界的十字消光线；当标本长轴与偏光方向交角为45°度时，出现明亮的远极刺和中下部的交叉消光线。标本直径3—5μm，高6—9μm。

层位与分布 瓯江组；见于美国、英国、法国以及太平洋东部、南大西洋西部等地始新统。

条球石藻科 Syracosphaeraceae Lommermann, 1908

条球石藻属 *Syracosphaera* Lohmann, 1902

属型 *Syracosphaera pulchra* Lohmann, 1902

完全或不完全筐篮型颗石。椭圆形，其中心区具有规律排列的板条状晶元，晶元间结构不一，盘圈为双层结构。

时代 渐新世—现代。

美丽条球石藻 *Syracosphaera pulchra* Lohmann

（图版 103，图 5）

1902 *Syracosphaera pulchra* Lohmann, p. 134, pl. 4, figs. 33, 36—37.

筐篮型颗石。椭圆形，个体中等大小，一般为5 × 7μm左右。远极盾环状，宽度较大，由60—80个方解石晶元右旋叠覆排列而成。近极视内环低平。中心区由70—80条细长方解石晶元构成，晶元呈放射状排列，至边部有分叉现象，晶元间缝合线长度不一。

层位与分布 东海群；世界各海域的第四系均有分布。

肋状条球石藻 *Syracosphaera ribosa* (Kamptner) Borsatti & Cati

（图版 103，图 6）

1967 *Discolithus ribosus* Kamptner, p. 136—137, pl 5, figs. 30—31.

1972 *Syracosphaera ribosa* (Kamptner) Borsetti & Cati, p. 402, pl. 46, figs. 1a—b.

不完全筐篮型颗石，椭圆形，个体较小，盾盘狭窄，中心区有25—30条楔状方解石晶元，呈规则放射状排列，中心区中部有两条斜列的方解石晶元，微叠覆，其延长方向与颗石长轴近平行。

层位与分布 东海群；南海、日本海及中太平洋等地区的第四系均有分布。

三棱棒石藻科 Triqetrorhabdulaceae Lipps, 1969

三棱棒石藻属 *Triqutrorhabdulus* Martini, 1965

属型 *Triqutrorhabdulus carinatus* Martini, 1965

三棱脊棒，纵向具两端点或截去端点。

时代 渐新世至中新世。

龙首三棱棒石藻 *Triqutrorhabdulus carinatus* Martini

（图版 93，图 5—6）

1965 Triqutrorhabdulus carinatus Martini p. 408, pl. 36, fig. 1—3.

细长条形三棱棒石，两端尖锐程度可大可小，三棱棍相等并紧密镶嵌，从末端观察呈120°等分。正交偏光下，标本延长方向斜交偏光方向为45°时，干涉色最高，0°时为最大消光。标本长16μm。

层位与分布 海龙井组；见于太平洋海域中新统。

轮盘颗石藻科 Zygodiscaceae Hay et Mohler, 1967

新叉心轮石藻属 *Neochiastozygus* Perch-Nielsen, 1971

属型 *Neochiastozygus perfectus* Perch-Nielsen, 1971

椭圆形浅盘，内壁较厚、外壁较薄，中央区具有明显交叉棒。

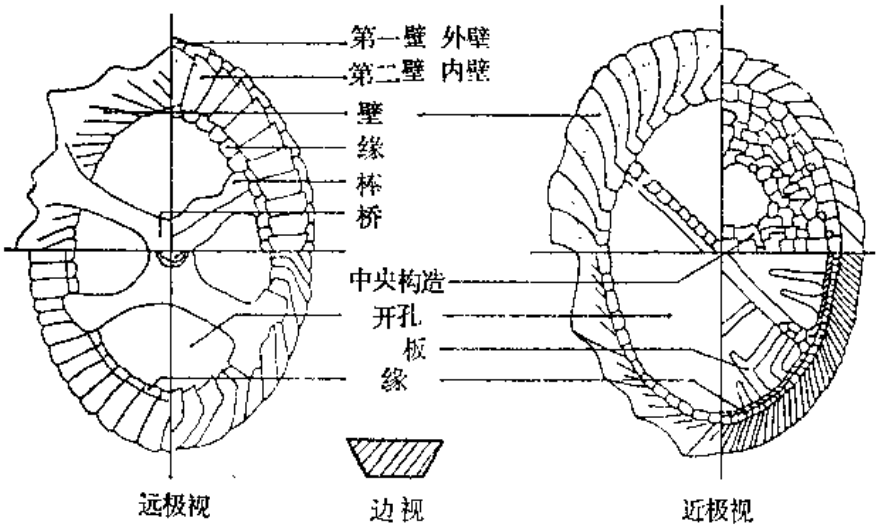


图 15 轮盘颗石藻术语

时代 古新世至早始新世。

充满新叉心轮石藻 *Neochiastozygus distentus* (Bramlette and Sullivan) Perch-Nielsen

（图版 74，图 11—13）

1961 *Zygolithus distentus* Bramlette & Sullivan, p. 150, pl. 6, figs. 4—7.

1971 *Neochiastozygus distentus* (Bramlette and Sullivan) Perch-Nielsen, p. 61, pl. 4, figs 1—4; pl. 7,

figs. 1—3.

椭圆形盾盘，具有较宽的内壁与狭窄外壁，较宽的X形交叉棒，占据中央区大部空间。正交偏光下，椭圆壁与交叉棒呈现明亮。标本长轴6.7μm，短轴5μm。

层位与分布 灵峰组；见于法国、英国、美国亚拉巴马、西班牙等地区古新统至下始新统。

诺森新叉心轮石藻 *Neochiastozygus rosenkrantzii* Perch-Nielsen

（图版 85，图 8；图版 86，图 3）

1971 *Neochiastozygus rosenkrantzii* Perch-Nielsen, p. 45, pl. 41, fig. 1—6; pl. 61, fig. 12, 13.

椭圆形颗石，双层壁，外壁较高，内壁较低且薄；垂直长轴有一X形晶棒，呈对称状贴架于内壁缘上。正交偏光下，X晶棒图象清晰、壁亦显干涉色。标本大小6×4.3μm。

层位与分布 瓯江组；见于法国始新统NP12带。

新颗石藻属 *Neococcolithus* Sujkowski, 1931

属型 *Neococcolithus lososnensis* Sujkowski, 1931

椭圆形、具H-X形中央结构之单环形颗石。

时代 早始新世晚期至晚始新世早期

可疑新颗石藻 *Neococcolithus dubius* (Deflandre) Black

（图版 84，图 6—7）

1954 *Zygolithus dubius* Deflandre, Deflandre and Fert. p. 149, text-figs. 43, 44, 68.

1964 *Chiphragmalithus dubius* (Deflandre) Sullivan, p. 179, pl. 1, fig. 2.

1967 *Neococcolithes dubius* (Deflandre) Black, p. 143.

椭圆形盾盘，单环壁；中央区H形晶棒高出壁并镶接于壁边缘；壁晶元呈顺时针方向叠覆，侧视晶元具高的倾斜度；H形晶棒与壁厚度均为本属较大者。正交偏光下，可见壁缘消光线强烈右叠覆。标本长9.3μm，宽6μm。

讨论 本种同种异名甚多，曾列入*Zygolithus*、*Chiphragmalithus*等属，然而，由于本种特征明显，命名已趋于一致。

层位与分布 瓯江组；见于欧洲地区、大西洋海域始新统NP12—18带。

微小新颗石藻 *Neococcolithes minutus* (Perch-Nielsen) Perch-Nielsen

（图版 85，图 1—3）

1967 *Zygolithus minutus* Perch-Nielsen, p. 28, pl. 5, figs. 6—7.

1971 *Neococcolithes minutus* (Perch-Nielsen) Perch-Nielsen p. 47, pl. 42, figs. 1—4.

个体较小，形体呈长椭圆形，两端较尖，壁很薄，中央区四个穿孔较大。标本长6—6.6μm，宽3.3—3.6μm；当前标本个体小于正型标本。

层位与分布 瓯江组；见于法国Donzacq始新统NP13—19带。

瓯江新颗石藻（新种） *Neococcolithes oujiangensis* (sp. nov.)

(图版 84，图 4—5、8)

标本轮廓呈长椭圆形，中央区出现正H形晶棒，并微斜交于颗石长轴方向壁上。标本长9.3μm，宽5.3μm。

比较与讨论 此种近似*N. minutus*，当前新种以出现斜交的正H形有别于后者。

层位 瓯江组。

轭盘颗石藻属 *Zygodiscus* Bramlette et Sullivan, 1961

属型 *Zygodiscus adamas* Bramlette and Sullivan, 1961

椭圆形盘，中央区有一个似I字形晶桥将中央穿孔分割为两个半圆。盾盘缘具双层薄壁。

时代 晚古新世至早始新世

勃氏轭盘颗石藻 *Zygodiscus bramlettei* Perch-Nielsen

(图版 79，图 4—6)

1981 *Zygodiscus bramlettei* Perch-Nielsen, p. 848, pl. 7, fig. 6.

椭圆形轭盘石，由内、外双壁组成，壁较薄；外壁晶元细小密集，其缝合线呈顺时针斜切方向，内壁晶元环绕椭圆壁平行排列，并构成中央两个半圆形穿孔壁；中央区I字桥短粗、由较薄晶元组成。正交偏光下，盾壁和中央晶桥明亮，长轴两端出现V字形消光线。标本长7.7μm，宽5μm。

层位与分布 灵峰组；见于丹麦、西班牙、美国加利福尼亚等地古新统。

椭圆颗石藻属 *Ellipsolithus* Sullivan, 1964

属型 *Ellipsolithus macellus* (Bramlette and Sullivan) Sullivan 1964

椭圆、长椭圆形盾盘，盘底较薄，有一个椭圆的中央区。正交偏光下，盾区呈现明亮。

时代 晚古新世至中始新世

双列椭圆颗石藻 *Ellipsolithus distichus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sullivan

(图版 76，图 1—3；图版 77，图 8)

1961 *Coccolithites distichus* Bramlette and Sullivan p. 152, pl. 7, fig. 8, a—c.

1964 *Ellipsolithus distichus* (Bramlette and Sullivan) Sullivan p. 184, pl. 5, figs. 4. a, b, 5, a—c, 6, a, b.

长椭圆形盾盘，底板较薄，盾盘缘较厚。中央区呈长椭圆形开孔，沿开孔长轴方向有微突起中脊，其中8—10个小棒垂直中脊排列形成中央区两列对孔。正交偏光下，盾区和脊棒较明亮。标本长轴11—14μm，短轴6—11μm。

层位与分布 灵峰组；见于美国加利福尼亚、法国、特立尼达及大西洋、太平洋等海域古新统NP4—9带。

胸球石藻科 Thoracosphaeraceae Schiller, 1930, emend. Tangen, 1982

胸球石藻属 *Thoracosphaera* Kamptner, 1927, emend. Tangen, 1982

属型 *Thoracosphaera pelagica* Kamptner, 1927

球形或椭圆形壳。壳单层，壳面由多角形或链锁式多角形晶元构成。常具口孔，壳面孔隙发育。单偏光下，可见壳体轮廓和不清楚的粒状晶元。正交偏光下，显示矩形消光线。

时代 晚白垩世—现代。

海姆胸球石藻 *Thoracosphaera heimi* (Lohmann) Kamptner

(图版 104，图 8)

1919 *Syracosphaera heimi* Lohmann, p. 177, fig. 29.

1941 *Thoracosphaera heimi* (Lohmann) Kamptner, p. 118.

圆形颗石。由亚球形或近五边形方解石晶元组成球壳，晶元形状较规则，排列紧密，具轴孔。晶元间缝隙很小或叠覆。

层位与分布 全新统；世界各海域的始新统至全新统均有分布。

科名未定

颤球石藻属 *Oolithotus* Reinhardt, 1968

属型 *Oolithotus antillarum* Cohen, 1964

颗石由一个大盾盘和一个小盾盘组成。两极不对称，但具共同的中心点。

时代 更新世—现代。

脆颤球石藻 *Oolithotus fragilis* (Lohmann) Okada and McIntyre

(图版 105，图 2)

1921 *Coccolithophora fragilis* Lohmann, p. 49, 54, text-fig. 11.

1960 *Cyclococcolithus fragilis*(Lohmann)Deflandre, pl. 3, figs. 3—7.

1977 *Oolithotus fragilis*(Lohmann)Okada and McIntyre, p. 11, pl. 4, fig. 3.

颗石的两盾盘大小不等，均为椭圆形。近极盾（小盾盘）大小约 4×6μm，由25—30个呈放射状排列的晶元组成。中心区无孔。

产地层位与分布 上更新统至全新统；中太平洋，中印度洋及中大西洋等海域的第四系均有分布。

伞石藻属 *Umbellosphaera* Paache, 1955

属型 *Coccolithus tenuis* Kamptner, 1937

弯曲伞形颗石。大颗石呈号角状曲弓形，底盘椭圆或圆喇叭状。小颗石为简单椭圆棒状或筐盘状。

时代 第四纪。

不规则伞石藻 *Umbellosphaera irregularis* (Paasche) McIntyre & Bé

(图版 103，图 1；图版 107，图 10—11)

1955 *Umbellosphaera irregularis* Paasche, p. 97, pl. III, figs. a—f, pl. IV, figs. a—b, pl. V, figs. a—c, pl. VI, figs. a—c.

1967 *Umbellosphaera irregularis*(Paasche)McIntyre & Bé, p. 576, pl. 2, figs. A—D.

管状伞形颗石。由管状基部和伞盘组成。基部呈喇叭状，管内具放射状小齿。伞盘由20—30个方解石晶元微左旋叠覆而成。晶元间缝合线稍弯曲。单偏光下薄而透明，仅侧面能观察到基部呈短管状。正交偏光下，领管产生近椭圆形图象，其周围伞盘仅呈微弱的四射花瓣状图象。

层位与分布 东海群；中太平洋、中印度洋及中大西洋的第四系均有分布。

细条伞石藻 *Umbellosphaera tenuis* (Kamptner) Paasche

(图版 103，图 2)

1937 *Coccolithus tenuis* Kamptner, p. 311, pl. 17, figs. 41—42.

1955 *Umbellosphaera tenuis*(Kamptner)Paasche in Markal and Paasche, p. 96, pls. 1—2.

管状伞形颗石。远极盾凹，椭圆形，由20—30个方解石晶元微左旋叠覆排列而成。辐射伞条呈粗脊状，弯曲，断续放射状分布。单个方解石晶元上可见次一级纹饰。中心区具孔。

层位与分布 上更新统至全新统；南海、中太平洋、中大西洋等海域内的第四系均有分布。

三叉棒石藻属 *Tribrachiatus* Shamrai, 1963

属型 *Tribrachiatus orthostylus* (Bramlette & Riedel) Shamrai, 1963

规整三臂或六臂构成的简单钙质晶元。

时代 始新世。

直柱三叉棒石藻 *Tribrachiatus orthostylus* (Bramlette & Riedel) Shamrai

(图版 88，图 1—4)

1954 *Discoaster tribrachiatus* Bramlette & Riedel p. 397, pl. 38, fig. 11.

1959 *Marthastertes tribrachiatus*(Bramlette & Riedel)Deflandre, p. 138, pl. 2, fig. 1.

1963 *Tribrachiatus orthostylus* Shamrai p. 38, pl. 2, fig. 13, 14.

完整的三臂星单晶。臂可直或微有弯曲，臂枝两边线相互平行，臂的末端钝尖或微显分叉。标本大小6μm。

讨论 Romein和Perch-Nielsen等人将 *T. orthostylus* 分成有叉形凹槽顶端的A亚种和无分叉顶端的B亚种。当前标本为B亚种。有的标本（如图版90图1—2）出现球面三角背衬，需进一步研究。本种名称至今仍不统一，有些学者用本文名称，有些学者仍用*Marthasterites tribrachiatus*一名。

层位与分布 瓯江组；见于特立尼达、法国等地中始新统NP12带化石。

绞三叉棒石藻 *Tribrachiatus contortus* (Stradner, 1958) Bukry, 1972

（图版 88，图 5—8，图版 89，图 2—3）

1958 *Discoaster contortus* Stradner p. 187, text-figs. 35, 36.

1959 *Marthasterites contortus*(Stradner)Deflandre p. 139.

1972 *Tribrachiatus contortus*(Stradner, 1958)Bukry p. 1081.

三支一组的两套紧密叠绞的三叉棒。上三支与下三支叠绞角不等，大、小角互交。外貌似三叉支，支顶分叉。正交偏光下显干涉色。标本最大直径7.5—11μm。

讨论 此种名称至今仍有些学者在文章中应用*Marthasterites contortus*一名。

层位与分布 瓯江组；见于欧洲、以色列等地始新统NP10带化石。

参 考 文 献

孢 粉

中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等，南海大陆架北部第三纪古生物图册，1—58页，广东出版社，1981。

孔昭宸，杜乃秋，席以珍，陶君容，北京一亿多年来植物群的发展和古气候的变迁，植物分类学报，14(1)，79—89页，1976。

王大宁，赵英娘，江汉盆地晚白垩世—老第三纪孢粉组合及其地层意义，地层古生物论文集，第9期，121—171页，1980。

石油化学工业部石油勘探开发规划研究院等，渤海沿岸地区早第三纪孢粉，科学出版社，1978。

孙秀玉，范永琇，邓茨兰、余正清，渭河盆地新生代孢粉组合，中国地质科学院院报，地质研究所分刊，第1卷，第1号，82—109页，1980。

————，赵英娘，何卓生，西宁—民和盆地晚白垩世—老第三纪孢粉组合特征及地层时代、古植被、古气候的探讨，石油实验地质，44—52页，1980。

————，————，————，青海西宁—民和盆地渐新世至中新世孢粉组合，地质论评，第30卷，第3期，207—216页，1984。

孙湘君，孙孟蓉，杜乃秋，辽宁抚顺煤田下第三系抚顺群孢子花粉研究，辽宁抚顺煤田地层及其古生物群研究，科学出版社，1980。

————、孔昭宸、李彭、李明兴，南海北部早第三纪潮洲组孢粉组合，植物分类学报，第19卷，第2期，186—194页，1981。

————、————、————、————，南海北部早第三纪流沙港组孢粉组合，植物分类学报，第20卷，第1期，63—71页，1982。

地质矿产部海洋地质综合研究大队等，东海陆架盆地龙井构造带新生代孢粉学的研究，安徽科学技术出版社，1985。

吴作其，东海盆地海相始新世地层的存在及其意义，热带海洋，第4卷，第1期，25—32页，1985。

郑亚惠、周山富、刘祥琪、王连元、徐淑娟、王宪曾，苏北和南黄海盆地晚第三纪孢粉，中国科学院南京地质古生物研究所丛刊，第3号，29—90页，1981。

张一勇，雷州半岛第三纪孢粉，古生物学报，第20卷，第5期，449—458页 1981。

赵英娘、孙秀玉、王大宁，新疆莎车和库车盆地第三纪的孢粉组合，中国地质科学院地质研究所所刊，第4号，95—125页，1982。

雷作淇，珠江口盆地第三纪孢粉组合及其意义，植物学报，27(1)，94—105页，1985。

Anderson, R. Y., Cretaceous-Tertiary palynology, eastern side of the San Juan Basin, New Mexico. *Mem. Inst. Min. Technol. New Mex.* 6:1—59, 1960.

Drugg, W. S., Palynology of the Upper Moreno Formation(Late Cretaceous-Paleocene)Escarpado Canyon, California, *Palaeontographica* B120:1—71, 1967.

Groot, J. J. & Groot, C. R., Some plant microfossils from the Brightseat Formation (Paleocene)of Maryland. *Palaeontographica*, B111:161—171. 1962.

Kedves, M., Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains, Part II. *Studia Biologica Hungarica*, 13:7—111. 1974.

Muller, J., Palynology of the Pedewan and Plateau Sandstone Formation (Cretaceous-Eocene) in Sarawak, Malaysia, *Micropaleontology*, 14(1):1—37. 1968.

Nichols, D. J., North American and European species of *Momipites*("*Engelhardtia*")and related genera, *Geoscience* and Man, 7:103—117, 1973.

Nichols, D. J., and Ott, H. L., Biostratigraphy and evolution of the *Momipites-Caryapollenites* lineage in the Early Tertiary in the Wind River Basin, Wyming. *Palynology*, 2:93—1 112. 1978.

Takahashi, K., Neogene pollen assemblages and zonation of Japan, *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Natural Science*, 24(2):39—72. 1984.

Болотникова, М, Д.:Спорово-пильцевые комплексы третичных отложений западного побережья японского моря. Издательство Наука Москва, 1979.

Братцева, Г. М., Палинологические исследования Верхнего Мела Палеогена Дальнего Востока. Труды Геол. ин-та АН СССР. Вып. 207. 1969.

沟 鞭 藻

中华人民共和国石油勘探公司南海分公司等，南海北部大陆架第三纪古生物图册。广东科技出版社，59—72页，1981。

地质矿产部海洋地质综合研究大队等，东海陆架盆地龙井构造带新生代孢粉学的研究。安徽科学技术出版社。1985。

茅绍智、G. 诺利斯，新疆塔里木盆地西部晚白垩世—早第三纪的沟鞭藻及疑源类。地球科学（武汉地质学院学报），第二期，1984。

吴作基，东海盆地海相始新世地层的存在及其意义，热带海洋，第一卷，第一期，1985。

Benedek, P. N., Phytoplanktonten aus dem Mittel und Oberoligozän von Tönisberg(Niederrheigebiet). Palaeontographica, Abt. B, V. 137, p. 1—71, 1972.

Bujak, J. P. An evolutionary series of Late Eocene dinoflagellate cysts from southern England. Mar. Micropaleont, V. 1, p. 101—117, 1976.

Bujak, J. P., Proposed phylogeny of the dinoflagellates *Rhombodinium* and *Gochtodinium*. Micropaleontology, V. 25, p. 308—324, 1979.

Bujak, J. P., Downie, C., Eaton, G. L. and Williams, G. L., Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of Southern England. The Palaeontological Association, Special Papers in Palaeontology, no. 24, 91 pp. 1980.

Cookson, I. C., Cretaceous and Tertiary microplankton from southeastern Australia. Proc. R. Soc. Vict. V. 78, p. 85—93, 1965a.

Cookson, I. C., Some Early Tertiary microplankton and pollen grains from a deposit near Strahan, western Tasmania. Pro. R. Soc. Vict. 80, P. 131—140, 1967.

Costa, L. I., Dennison, C. and Downie, C., The Paleocene/Eocene boundary in the Anglo-Paris Basin. J. geol. Soc. v. 135, P. 261—264, 1978.

Costa, L. I. and Downie, C., The distribution of the dinoflagellate *Wetzeliella* in the Palaeogene of north-western Europe. Palaeontology, V. 19, p. 591—614, 1976.

Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S. and Willimas, G. L., Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate cysts. Bull. British Mus. (nat. Hist.)Geol. Suppl. 3, 248pp, 1966.

Downie, C., Hussain, M. A. and Willims, G. L., Dinoflagellate cyst and acritach associations in the Palaeogene of southeast England. Geoscience and Man, 3, p. 26—35, 1971.

Drugg, W. S. and Loeblich, A. R., Some Eocene and Oligocene Phytoplankton from the Gulf Coast, U. S. A. Tulane Studies in Geology, V. 5, p. 181—194, 1967.

Eaton, G. L., Dinoflagellate cysts from the bracklesham Beds(Eocene)of the Isle of wight, southern England. Bull. British. Mus. (Nat. Hist.)(Geol.)V. 26, p. 227—332, 1976.

Edwards, L. E. 1982. Biostratigraphically important species of *Pentadinium* Gerlach and a likely ancestor, *Hafniasphaera goodmanii* n. sp., from the Eocene of the Atlantic and Gulf coastal plains. Palynology, V. 6, p. 105—117, 1961.

Eisenack, A., Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band

f. Dinoflagellaten, E. Schweizerbart'sche Verlangsbuchhandlung, Stuttgart, 888pp, 1964.

———, Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphaeren und verwandten Mikrofossilien. Band I. Dinoflagellaten. I. Ergänzungslieferung E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 214p, 1967.

Eisenack, A. and Kjellström, G., Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band II Dinoflagellaten, Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1130pp, 1971a.

———, Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band II Dinoflagellaten. 2. Ergänzungslieferung, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 215pp, 1971b.

Gocht, H., Formengemeinschaften alttertiären Mikroplanktons aus Bohrproben des Erdölfeldes Meckelfeld bei Hamburg. Palaeontographica, Abt. B, v. 126, p. 1—100, 1969.

Harker, S. D. and Sarjeant, W. A. S., The stratigraphic distribution of organic-walled dinoflagellate cysts in the Cretaceous and Tertiary. Rev. Palaeobotan. Palynol. 20, p. 217—315, 1975.

Hard, R. and Hill J., A reappraisal of the Cainozoic Dinoflagellate cyst"Hystrichosphaeridium" choanophorum Deflandre et Cookson 1955. Rev. Palaeobotan. Palynol. 20, 217—316, 1979.

Islam, M. A., Dinoflagellate cysts from the Eocene cliff sections of the Isle of Sheppey, Southeast England. Revue Micropalèont. V. 25, p. 231—250, 1983a.

Islam, M. A., Dinoflagellate cysts from the Eocene of the London and Hampshire basins, southern England. Palynology, V. 7, p. 71—92. 1983c.

Jain, K. P. and Tandon, K. K., Dinoflagellate and acritarch biostratigraphy of the Middle Eocene rocks of a part of south-western Kachchh, India. Journal of the Palaeontological Society of India, V. 26, p. 6—31. 1981.

Lentin, J. K. and Williams, G. L., Fossil Dinoflagellates: Index to Genera and Species, Canadian Technical Report of Hydrography and Ocean Sciences no. 60, 451pp, 1985.

Matsuoka, K., Late Cenozoic dinoflagellates and acritarchs in the Niigata district, central Japan. Palaeontographica, Abt. B, 187, p. 89—154, 1983.

Morgenroth, P., Mikrofossilien und Konkretionen des nordwesteuropäischen Untereozäns. Palaeontographica, Abt. B. V. 119, P. 1—53, 1966.

Norris, G. Phylogeny and a revised supra-generic classification for Triassic-Quaternary organic-walled dinoflagellate cysts (Pyrrhophyta). part II, Families and sub-orders of fossil dinoflagellates; Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, V. 156, P. 1—30, 1978.

Sarjeant, W. A. S., A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel Collections II. The Eocene holotypes of Barbara Klumpp(1953), with a revision of the genus Cordosphaeridium Eisenack, 1963. Meyniana, V. 33, P. 97—132, 1981.

Sarjeant, W. A. S., A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel Collections IV. The Oligocene and Miocene holotypes of Dorothea Maier(1959). Meyniana, V. 35, p. 85—137, 1983.

Stover, L. E., Observations on some Australian Eocene dinoflagellates. Geoscience and Manv. II, p. 35—45, 1975.

Stover, L. E. and Evitt W. R., Analyses of pre-Pleistocene orgaine-walled dinoflagellates. Stanf. Univ. Publ. Geol. Sci. v. 15, 300 pp, 1978.

Williman, G. L. and Bridaeux, W. W., Palynologic Analyses of Upper Mesozoic and Cenozoic rocks of the Grand Banks, Atlantic Continantal Margin. Geol. Sur. Canada, Bull. 236, p. 1—163, 1975.

Williams, G. L. and Bujak, J. P., Cenozoic palynostratigraphy of offshore eastern Canada. Am. ASS. stratigr. Palynol. Inc. Contr. Ser. 5A, p. 14—47, 1977b.

轮　藻

王水，青海柴达木盆地第三纪轮藻化石。古生物学报，第9卷第3期，183—219页，1961。

———，甘肃酒泉盆地中新生代轮藻化石。古生物学报，第13卷第3期，463—499页，1965。

————、贡仁金、杨臣琼、李华南，渤海沿岸地区早第三纪轮藻，1—49页。科学出版社。

————、黄仁金、王振、林晓东、张泽润、徐锡林，1982，江苏地区白垩纪—第四纪轮藻化石，1—66页。地质出版社，1978。

王振，西藏新生代轮藻记述。《西藏古生物》(第五分册)，191—204页。科学出版社，1982a。

————，中国第三纪的轮藻。《中国的第三系》(中国地层)，318—322页。地质出版社，1984。

刘俊英，轮藻 (Charophyte)《微体古生物分册》(华北地区古生物图册)，265—313页。地质出版社，1984。

郝诒纯、阮培华、周修高、宋其善、杨国栋、程淑薇、魏真鑫，西宁、民和盆地中侏罗世—第三纪地层及介形虫、轮藻化石。地球科学（武汉地质学院学报)，地层古生物专辑(Ⅱ)，1—209页，1983。

Feist-Castel, M., Description du nouveau genre *Krassavinella* (Charophytes, Characeae) et repartition de *K. lagenalis* (Straub) dans l, Oligocene superieur de la molasse suisse. *Eclogae Geol. Helv.*, 70(3), 771-775, 1977.

Feist, M. et Ringeade, M., Etude biostratigraphique et paleobotanique (Charophytes) des formations continentales d, Aquitaine de l, Eocene superieur au Miocene inferieur. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, XIX (2), 341-354, 1977.

Grambast, L., Ornamentation de gyrogonite et systimatique chez les Charophytes fossiles. *Rev. Gen. Bot.*, 64, 339-362, 1957.

————, Principes de l'utilisation stratigraphique des Charophytes. Application au paleogene d'Europ occidentale. Mem. *B. R. G. M.*, 77, 319-328, 1972.

Horn af Rantzien, Morphylogical types and organ-genera of Tertiaey charophyte fructifications. *Stockholm Contrib. in Geol.*, 4, 45-197, 1959b.

Mädler, K., Zur Taxionomie der tertiaren Charophyten. *Geol. Jb.* 70, 265-328, 1955.

Rasky, K., Fossile Charophytes Fruchte aus Ungarn. Monogr. Ung. Nat. Mus., II, 1-74, 1945.

Маслов В. П., Некоторые Кайнозойские харофиты юга СССР и Методика их изучения. *Тр. Геол. Инст. АН СССР.* 143, 10—92, 1966.

Кянсеп-Ромашкина, Н. П., Некоторые позднеюрские и меловые харофиты монголии *Тр. совм. сов монг. палеонт.*, 2,181-204.351.

硅　藻

小泉格，硅藻，王开发等译，地质出版社，1984。

王开发等，东海北部沉积物的孢粉、藻类组合及其地层、古地理。同济大学学报，2:129—148，1979。

————，冲绳海槽沉积的孢粉、藻类组合，海洋与湖沼，5:441—449，1982。

————，南海深海盆地硅藻组合的发现及其地质意义，海洋学报，5:591—597，1985。

刘师成等，南黄海及东海近岸海域表层沉积硅藻，海洋学报，第5卷增刊927—946，1984。

金德祥等，中国海洋浮游硅藻类，上海科学技术出版社，1965。

————，东海表层沉积硅藻，海洋学报，第2卷第1期，97—108，1980。

————，中国海洋底栖硅藻类，海洋出版社，1982。

林景昱，华北平原第四纪海进海退的初步认识，地质学报，卷2期，109—116，1977。

郭玉洁等，1976年夏季东海陆架区浮游植物生态的研究，海洋科学集刊，第19集，11—32页，1982。

黄成彦，沙生直链藻的微细构造，植物学报，26卷2期，140—144，1982。

睦良仁，冲绳海槽的沉积特征，海洋实践，2:17—23，1980。

Burckle, L. H., Size changes in the marine diatom *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt in the equatorial Pacific, Micropalaeontology, 23:216-222, 1977.

Cleve, P. T., On some fossil marine Diatoms found in the Moravian"Tegel" from Augarten near Brünn. -Jour. of the Quekett Microscopical Club, ser, 11, Vol. 11 No. 13, pp. 165-177, 1885.

————, Synopsis of the Naviculoid diatoms pt. 1a, 2. Kongl. Svensla Vet. Akad. Handl., Bd. 26, No. 2, pp. 3-194; Bd. 27, No. 3, pp. 3-219. 1894-1895.

Cleve-Euler, A., Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Sv. Vet. Akad. Handl., Fjarde Serien, 114(1):1-158, figs. 292-483(1953), 1114(5):1-255, figs. 484-970(1953); 1V5(4):1-232, figs. 971-1306 (1955); V3(3):1-153, figs. 1318-1583, (1952).

De Toni, J. B., Sylloge Algarum Hucusque cognitarum, vol. 11, Bacillarieae, Typis Seminarii, Patavii, sect. 1-111. pp. 1-1556. 1891-1894.

Fenner, J. et al, Diatom phytoplankton studies in the southern Pacific ocean, composition and correlation to the antarctic convegence and its paleoecological significance, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 35:757-813, 1976.

Hustedt, F., Die Kieselalgen, in Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Leipzig, 7(1):1-920, figs. 1-542. 1927-1930.

Hustedt, F., Die Kieselalgen, in Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Leipzig, 7(2):1-845, figs. 543-1179, 1959.

Jousè, A. P., Kozlova, O. G. and Mukhina, V. V., Dsitribution of diatom in the surface layer of sediments from the Pacific ocean, The Micropalaeontology of oceans, Cambridge University Press, 263-270, 1971.

Jr. A. R., 1968 Annotaled index of fossil and recent Silicoflagellates and Ebridians (with descriptions and illustrations of validly proposed taxa) The *Geol. Soc. Amer. Inc. Memoir* 106

Koizumi, I., The Cenozoic diatom of Sites 183-163, Leg19 Deep Sea Drilling Project, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 19:805-856, 1973.

Kuetzing, F. T., Species Algarum. F. A. Brockhaus, Lipsiae 922 s. 1849.

Ling, H. Y. 1972 Upper Cretaceous and Cenozoic Silicoflagellates and Ebridians *Bull. Amer. Paleonotology* Vol. 62, p. 135-229

Loeblich, III, Alfred, R., Loeblich, L. A. Tappan, Loeblich, Mann, A., Marine diatoms of the Philippine Island, Smith Inst. U. S. Nat. Mus., Bull. 100, Vol. 6, 1:1-182, 1925.

Murray, David and Hans Schrader 1983 Distribution of Silicoflagallates in plankton and core top. Samples from the Gulf of Califonia *Marine Micropaleontology* Vol. 7, p. 517-539.

Patrick, R. and Reimer, C. W., The Diatoms of the United States Vol. 1, Academy, Natural Sciences Philadelphia Mon 13, pp. 1-688, pls. 64. 1966.

Rattray, J., A revision of the genus *Actinocyclus* Ehr., Journal of the Quekett Microscopical Club, Vpl. 4, 2:137-212, pl. 1, 1890. (see Weissflogs index to some, p.275.)

Schmidt, A., Atlas der Diatomaceen Kunde, pls. 1-472 Leipzig 1874-1954.

Schrader, H. J. and Burckle, L. H., Marine planktonic diatom biostratigraphy, ist correlation to other microfossil zonations and to the paleomagnetic records, Marine Plankton and Sediments, 1975.

Skvortzow, B. w., Marine Diatoms from Dairen, South Manchuria, Philippine Jour. Sci., 38(4): 419-426, pl.1-2. 1929.

Skvortzow, B. W., Pelagic Diatoms of Korean Strait of the Sea of Japan, Philippine Jour. Sci., 46(1):95-122, 1931.

Skvortzow, B. W., Diatoms from the bottom of the sea of Japan, Philippine Jour. Sci., 47(2):265-280.

Tanimura, Y., Late Quaternary Diatoms of the Sea of Japan. Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser (Geol.), 51(1-2):1-37, figs. 26, tables 6, pls. 1-7, 2 appendixes, 1981.

Van Heurck, H., Synopsis des diatomèen de Belgique. Anvers Édité par l' auteur, 2 vol., text and atlas Text p. 1-235, pl. 1-3, Table alphabetique, p. 1-120, (1885), Atlas, pl. 1-132, with descr. leav. and 3 suppl. pls. 1-132, 1880-1885.

Van Heurck, H., A Treatise on the Diatomaceae-Translated by W. E. Baxter. William Wesley & Son, London, p. 1-558, pls. 1-35, 1896.

Wolle, F., Diatomaceae of North America. Comenius Press, Bethlehem, Pennsylvania, CX pls. 1890.

Жузе, А. П. (Jouse) Стратиграфические и Палеогеографические и исследования в севе-

ро-западной части Тихого океана. М., Изд-во АН СССР, p. 1-260. 1962.

Жузе, А. П., (Jousé) Ископаемые Диатомовые Водоросли СССР, Изд. Наука Москва, pp. 1-135, 1968.

Жузе, А. П., (Jousé) Диатомов в осадках плейстоценового и позднеплиоценового возраста бореальной области Тихого океана. В кн., Основные проблемы микропалентологии и органогенного осадкона-копления в океанах и морях. М. Наука, стр. 5-27. 1969.

Прошкила-Лавренко, А. И., (Proschkina-Lavrenko, A. I.) Диатомовый анализ, Гос. Изд. Геод. Лит., Бот. Инст. им. В. Л. Комарова АН СССР, 2:1-238, Табл. 1-101, 3:1-398, Табл.1-117, 1949-1950.

钙质超微化石

王崇友，西沙群岛晚第三纪超微化石及其地质意义，地质研究所所刊第11号，第79—106页，1985，

————，辽河地区下第三系沙河街组钙质超微化石与白垩页岩的研究，地质所所刊第11号，第108至114页，1985。

钟石兰，南海北部莺歌海盆地上第三系黄流组钙质超微化石，《古生物学报》，1982(21)2。

段威武，珠江口盆地上第三系钙质超微化石。古生物学报1985. V. 24, No. 1 p. 94—110, pl. I-III, 1985。

——，南海北部深海钻孔中的钙质超微化石。微古生物学报，V. 2, No. 1. p. 92—103, pl. I—III, 1985。

黄延章，南庄层所产超微化石及其地层学上之意义。地质2卷，1979。

Aubry, M.-p., Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton. Micropaleontology Press, American Museu of Natural History. Book 1, 1985.

Báldi-Beke, M., The Eocene nannoplankton of the Bakony Mountains, Hungary. Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., 54(4), 13-38, 1971.

Black, M., The systematics of coccoliths in relation to the palaeont ological record. In:B. M. Funnell & W. R. Riedel (eds.) The Micropaleontology of Oceans, pp. 611-24. Cambridge University Press, 1971a.

Bouché, P. M., Nannofossiles calcaires du Lutétien du bassin de Paris. Rev. Micropaleontol., 5, 75-103, 1962.

Boudreaux, J. E. & Hay, W. W., Calcareous nannoplankton and Biostrati graphy of the Late Pliocene-Pleistocene-Recent sedimants in the Submarex cores. Rev. Esp. Micropaleontol., 1, 249-92, 1969.

Bramlette, M. N. & Riedel, W. R., Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. J. Paleontol., 28, 385-403, 1954.

Bramlette, M. N. & Sullivan, F. R., Coccolithophorids and related nannoplankton of the Early Tertiary in California. Micropaleontology, 7, 129-74, 1961.

Bramlette, M. N. & Wilcoxon, J.A., Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero Section, Trinidad, W. I. Tulane Stud. Geol., 5, 93-131, 1967.

Bukry, D., Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean. Trans. San Diego Soc. nat. Hist., 16, 303-27, 1971a.

Bukry, D., Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. Initial Rep. Deep Sea drill.Proj., 15, 685-703, 1973a.

Bukry, D., Cenozoic coccoliths from the Deep Sea Drilling Project. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleontol.Mineral. Tulsa, 32, 335-53, 1981a.

Bukry, D. & Bramlette, M. N., Some new and stratigraphically useful Calcareous nannofossils of the Cenozoic. Tulane Stud. Geol. Paleontol., 7, 131-42, 1969b.

Bybell, L. M., Middle Eocene calcareous nannofossils at Little Stave Creek, Alabama. Tulane Stud. Geol. Paleontol., 11(4), 177-247, 1975.

Bybell, L. M. & Gartner, S., Provincialism among mid-Eocene calcareous nannofossils. Micropaleontology, 18(3), 319-36, 1972.

Deflandre, G., Sur les nannofossilescalcaires et leur systématique, Rev. Micropaleontol., 2, 127-52, 1959.

Deflandre, G. & Fert, C., Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique, Ann. Paleontol., 40, 115-76, 1954.

Edwards, A. R., Key species of New Zealand calcareous nannofossils, N. Z. J. Geol. Geophys., 16(1), 68-89, 1973a.

Edwards, A. R. & Perch-Nielsen, K., Calcareous nannofossils from the southern Southwest Pacific, Deep Sea Drilling project, Leg 29. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 29, 469-539, 1975.

Farinacci, A., Catalogue of Calcareous Nannofos sils. Ed. Tecnoscienza, Rome, 10 vols, 1969-1979.

Gartner, S. Jr, Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica, and Gulf of Mexico. Univ. Kansas, Paleontol. Contrib., 29, 1-7, 1967.

Gartner, S. Jr & Bukry, D., Tertiary holococcoliths. J. Paleontol., 43, 1213-21, 1969.

Gartner, S. Jr & Bukry, D., Morphology and phylogeny of the coccolithophycean family Ceratolithaceae. J. Res. U. S. geol. Surv., 3, 451-65, 1975.

Haq, B. U. 1971. Paleogene calcareous nannoflora Parts I-IV. Stockholm Contrib. Geol., 25, 1-158, 1952.

Haq, B. U. & Aubry, M.-P., Early Cenozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy and palaeobiogeography of North Africa and the Middle East and trans-Tethyan correlations. In:M. J. Salem & M. T. Busrewil (eds.), Geology of Libya, vol. I, pp. 271-304. Academic Press, London, 1981.

Hay, W. W., Calcareous nannofossils. In:A. T. S. Ramsay, Oceanic Micropaeontology, pp. 1055-1200, Academic Press, 1977.

Hay, W. W. & Beaudry, F. M., Calcareous nannofossls-Leg 15, Deep Sea Drilling Project. Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 15, 625-83, 1973.

Hay, W. W., Mohler, H. P. & Wade, M. E., Calcareous nannofossils from Nal'chik(northwest Caucasus). Eclog. geol. Helv., 59, 379-99, 1966.

Heck, S. van, Bibliography and taxa of calcareous nannoplankton. INA Newsletter, 1(1), ABI-B27; 1(2), 13-42; 2(1), 5-34; 2(2), 43-80; 3(1), 4-41; 3(2), 51-86; 4(1), 7-50; 4(2), 65-96, 1979-1982.

Jafar, S. A. & Martini, E., On the validity of the calcareous nannoplankton genus Helicosphaera. Senckenbergiana Lethaea, 56(4/5), 381-97, 1975.

Kamptner, E., Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten). Mikroskopie, 7, 232-44 and 375-86, 1952.

Kamptner, E. Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen, Arch. Protistenk., 100, 1-90, 1954.

Kamptner, E. Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde, Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch. afd.Nat., 50(2), 1-105, 1955.

Levin, H. L., Coccolithophoridae and related microfossils from the Yazoo formation (Eocene) of Mississippi. J. Paleontol., 39, 265-72, 1965.

Levin, H. L. & Joerger, A. p., Calcareous nannoplankton from the Tertiary of Alabama. Micropaleontology, 13, 163-82, 1967.

Martini, E., Discoasterden und verwandte Formen im NW-deutschen Eozan (Coccolithophorida). I. Taxonomische Untersuchungen. Senckendergiana Lethaea, 39, 353-88, 1958.

Martini, E., Braarudosphaeriden, Discoasteriden und Verwandte Formen aus dem Rupelton des Mainzer Beckens. Notizbl. Hess. Landesamt. Bodenforsch., 88, 65-87, 1960.

Martini, E., Mid-Tertiary calcareous nannoplankton from Pacific deepsea cores. In:W. F. Whittard & R. B. Bradshaw (eds.), Submarine Geophysics. Proc. 17th Symp. Colston Res. Soc. London, pp. 394-411. Butterworths, 1965.

Martini, E. & Worsley, T., Tertiary calcareous nannoplankton from the western equaotial Pacific. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 7, 1471-1507, 1971.

Müller, C., Calcareous nannofossils fron the North Atlantic (Leg48), Initial Rep. Deep Sea drill. Proj.,

48, 589-639, 1979.

Okada, H. & Bukry, D., Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975), Mar. Micropaleontol., 5(3), 321-5, 1980.

Okada, H. & Honjo, S., Distribution of coccolithophorids in marginal seas along the western Pacific Ocean and in the Red Sea, Mar. Biol., 31, 271-85, 1975.

Okada, H. & Thierstein, H. R., Calcareous nannoplankton Leg 43, DSDP. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 43, 507-73, 1979.

Perch-Nielsen, K., Nannofossilien aus dem Eozän von Dänemark, Eclog. geol. Helv., 60(1), 19-32, 1967.

Prech-Nielsen, K., Einige neue Coccolithen aus dem Paläozän der Bucht von Biskaya, Bull. geol Soc. Denmark, 21, 347-61, 1971a.

Perch-Nielsen, K., Neue Coccolithen aus dem Paläozän von Dänemark, der Bucht von Biskaya und dem Eozän der Labrador See, Bull. geol. Soc. Denmark, 21, 51-66, 1971b.

Perch-Nielsen, K., New Tertiary Calcareous nannofossils from the South Atlantic, Eclog. geol. Helv., 73 (1), 1-7, 1980.

Perch-Nielsen, K., Validation of new combinations, INA Newsletter, 6(1), 42-6. 1984a.

Perch-Nielsen, K., New Late Cretaceous and Paleogene calcareous nannofossils, Eclog. geol. Helv. 77, 1984 b.

Perch-Nielsen, K., Plankton Stratigraphy, p. 427-538, 1985.

Romein, A. J. T., Lineages in early paleogene calcareous nannoplankton, Utrecht Micropalaeontol. Bull., 22, 1-231. 1979.

Roth, P. H., Calcareous nannofossils-Leg 17, Deep Sea Drilling Project. Initoal Rep. Deep Sea drill.Proj., 17, 695-795. 1973.

Schiller, J., Coccolithineae. In:Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., vol. 10, part2, pp 89-267. Akad. Verlagsges., Leipzig. 1930.

Schwarz, E. H. L., Coccoliths. Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 6, 14, 341-6, 1894.

Sherwood, R. W., Calcareous nannofossils systematics, Paleoecology, and biostratigraphy of the Middle Eocene Weches Formation of Texas, Tulane Stud. Geol., 11, 1-79, 1974.

Stradner, H. & Allram, F., The nannofossils assemblages of Deep Sea Drilling Project Leg 66, Middle America trench. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 66, 589-639, 1982.

Sullivan, F. R., Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast Ranges. I. Paleocene. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., 44, 163-227, 1964.

Sullivan, F. R., Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast Ranges. II. Eocene. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., 53, 1-74, 1965.

Tan, S. H., Discoasteridae incertae sedis. Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet. Amsterdam, 30, 411-19, 1927.

Thierstein, H. R., Calcareous nannoplankton-Leg 26, Deep Sea Drilling Project, Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 26, 619-67, 1974.

Towe, K. M., Variation and systematics in calcareous nannofossils of the genus Sphenolithus, Am. Zool., 19, 555-72, 1979.

Wind, F. H. & Wise, S. W., In: Wise & Wind, Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossils recovered by DSDP Leg 36 drolling on the Falkland Plateau, southwest Atlantic sector of the southern ocean, Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 36, 269-491, 1977.

Wise, S. W. & Constans, R. E., Mid Eocene plankton correlations Northern Italy-Jamaica, W. I. Trans, Gulf Coast Assoc. geol. Soc., 26, 144-55, 1976.

CENOZOIC PALEOBIOTA OF THE CONTINENTAL SHELF OF THE EAST CHINA SEA (DONGHAI)

Micropaleobotanical Volume

RESEARCH PARTY OF MARINE GEOLOGY, MINISTRY OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES
INSTITUTE OF GEOLOGY, CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES

Abstract

Stratigraphy

The Tertiary sediments in the depression east of Zhejiang in the Shelf Basin of the East China Sea (Donghai) are mainly continental; those in Taibei depression are mainly marine. The Quaternary sediments of the entire basin are mainly shallow marine. The stratigraphical sequences and paleobiota of this region are listed in Table 1.

Palynology

This paper reports the research on the palynology of three drillings from Pinghu and Lingfeng Structural Area of the East China Sea (Donghai). Fifteen sporo-pollen assemblages are subdivided. In ascending order, they are three assemblages from Lingfeng Formation of the Paleocene (1st-3rd assemblage). three assemblages from Oujiang and Pinghu Formations of Eocene (4th-6th assemblage), two assemblages from Huagang Formation of Oligocene (7th-8th assemblage), two assemblages from Hailongjing Formation of the Lower Miocene (9th-10th assemblage), two assemblages from Yuquan Formation of the Middle and Upper Miocene (11th-12th asssemblage), two assemblages from Santan Formation of Pliocene(13th-14th assemblage), and one assemblage of the Quaternary (15th assemblage). 312 sporo-pollen species, belong to 125 genera and 57 families are described, among which 7 genera, 92 species and 4 combined species are newly erected.

1. *Lingfengpollis-Momipites-Taxodiaceaepollenites* assemblage

This assemblage occurred in Lower member of Lingfeng Formation. In

the assemblage, *Lingfengpollis* keeps the highest amount, followed by *Momipites*, *Myricaceoipollenites* and *Myricipites*. *Taxodiaceaepollenites* is in great number too. Elements commonly seen in the Paleocene constitute a great component, such as *Salixipollenites discoloripites*, *Paraalnipollenites confusus*, *Momipites leffingwelli*, *Momipites amplus Ulmipollenites minor*, *Ulmoideipites krempii*, *U. tricostatus*, *Nyssapollenites analepticus*, *Ephedripites trinata* etc.. Early Paleocene in age.

The flora of the age is of evergreen broad leafed forest, mixed with deciduous leaf plant; Taxodiaceae, *Salix* thriving near the lakes, reflects a warm southern subtropical climate.

2. Myricaceae-*Cupuliferoipollenites-Taxodiaceaepoll enites* assemblage

This assemblage occurred in Lower part of the Upper Member of Lingfeng Formation. The amounts of the genera and species of Myricaceae greatly increase, reaching as high as 53%, the amounts of *Lingfengpollis* obviously decrease (1%), *Cupuliferoipollenites*, *Nyssapollenites*, *Anacolosidites* and other types increase. Middle Paleocene in age.

The flora of the age is of evergreen broad-leaf forest type, Pteridophyta, such as Polypodiaceae, flourishing as the forest floor. Coniferous forest occupied the upland. The climate of that epoch seemed to be more warm and humid than that of the early Paleocene and represented a warm humid south subtropical climate.

3. Myricaceae-*Tiliaepollenites-Nyssapollenites* assemblage

This assemblage occurred in Upper part of the Upper Member of Lingfeng Formation Myricaceae is still abundant, the species and quantity of *Tiliaepollenites* and *Nyssapollenites* reach their peak, *Quercoidites* increases considerably too, meanwhile the quantity of *Calamipollenites* and *Cupuliferoipollenites* is quite high. Late Paleocene in age.

The then evergreen forest was more flourishing than it was in the middle age of Paleocene, *Lygodium* and Polypodiaceae and other Pteridophytas grew as the forest floor, coniferous forest retreated further to the higher level of the highland, the climate then was in the most warm and humid stage of the whole Paleocene age.

4. Myricaceae-*Cupuliferoipollenites* assemblage

This assemblage occurred in Lower part of Oujiang Formation. Myricaceae is still most abundant, but the number of species decreases. Tricolpate, tricolporate pollen type is abundant in species and number. Genera and species commonly seen in Paleocene dissappear. This assemblage provides a transition colour. Early Eocene in age.

During this time, evergreen-deciduous mixed broad leaf forest grem in the vast plains and lowlands in which Myricaceous and Fagaceous plants occupied the preponderant part, Pteridophytas, mainly polypodiaceae, grew as the forest floor, sparse coniferous forests livedon the hills and uplands. The climate was of humid subtropical.

5. *Quercoidites-Cupuliferoipollenites-Tricolporopollenites* assemblage

This assemblage occurred in Upper part of Oujiang Formation. Various tricolpate, tricolporate pollen appears in a great number. Tropical and subtropical member such as *Quercoidites, Cupuliferoipollenites, Engelhardtioipollenites, Ilexpollenites, Symplocoipollenites, Rutaceoipollis, Euphorbiacites* etc. appears in a considerable number, Myricaceae which was preponderate during the Paleocene greatly retreated. Middle Eocene in age.

The flora of this age is evergreen-deciduous mixed broadleaf forest in which *Quercus* and *Cupulifera* are the main elements, mixed with *Juglans, Ulmus*, Hamamelidaceae. The topography of the age might be smoother and the climate was more warm and humid than the earlier age.

6. *Lygodiumsporites-Alnipollenites-Taxodiaceaepollenites Gothanipollis* assemblage

This assemblage occurred in Pinghu Formation. *Lygodiumsporites* dominate the assemblage, reach to more than 20%. *Alnipollenites* occupies an obvious part, *Taxodiaceaepollenites* plays an important role. *Gothanipollis* reaches its peak in number in this area. Middle, Late Eocene in age.

The flora of the age is evergreen-deciduous mixed broad-leaf forest in which *Quercus* and *Carya*, Taxodiaceae play the main role, growing on the plains, hills and lowlands. On the forest floor grew the ferns as Lygodiaceae, Polypodiaceae and others. Coniferous forest or coniferous-broad-leaf mixed forest grew on the uplands. The climate was humid subtropical, of the temperature lower than in the earlier stage.

7. *Taxodiaceaepollenites-Alnipollenites-Pinuspollenites* assemblage

This assemblage occurred in Huagang Formation. Gymnospermae pollen obviously increase in the assemblage. *Taxodiaceoipollenites* may reach 40%, *Pinuspollenites* may reach more than 20%. Thermophilous deciduous broadleaf plant genera and species appears numerously. Early, Middle Oligocene in age.

During this age, Taxodiaceae reaches its thriving peak when the temperature and the humidity were rather high, the area of the lakes and lowland was broader than it was during the Eocene. Subtropical climate.

8. *Quercoidites-Pinuspollenites-Magnastriatites-Trilobapollis* assem-

blage

This assemblage occurred in Huagang Formation. *Quercoidites* preponderates over the assemblage. *Taxodiaceaepollenites*, *Alnipollenites* obviously decreases, *Magnastriatites* greatly increases, *Trilobapollis* and tricolporate pollen is fully flourishing, meanwhile *Proteacidites spiniformis* and *P. verruciformis* and other characteristic elements appear. Late Oligocene in age.

The flora during the Late Oligocene is evergreen, deciduous plants, represented by *Quercus*, it increases rapidly. *Pinus* increases obviously, indicates an enlargement of the uplands area.The temperature and humidity declined, climate was drier than it was in the Early and Middle Oligocene, but was still subtropical.

9. *Pinuspollenites-Sporotrapoidites* assemblage

This assemblage occurred in Lower member of Hailongjing Formation. *Pinuspollenites* increases obviously (20% in average). The content of *Sporotrapoidites* is predominant and *Quercoidites* decreases. Early stage of the Early Miocene in age.

10. *Piceaepollenites-Ulmipollenites* assemblage

This assemblage occurred in Upper member of Hailongjing Formation. The content of *Piceaepollenites* and *Tsugaepollenites* increases distinctly, the number of Ulmaceae pollen increases too, the number of *Taxodiaceaepollenites* continues decreasing, *Sporotrapoidites* decreases. Later stage of Early Miocene in age.

11. *Rutaceoipollenites-Tricolporopollenites* assemblage

This assemblage occurred in Lower member of Yuquan Formation. Gymnospermous pollen distinctly decreases, *Rutaceoipollis*, *Euphorbiacidites* and other tricolpate, tricolporate pollen increase obviously. Middle Miocene in age.

12. *Magnastriatites-Liquidambarpollenites* assemblage

This assemblage occurred in Upper Member of Yuquan Formation. *Magnastriatites* and *Liquidambarpollenites* play an important role Shrubs and herbaceous pollen and *Polypodiisporites* increases, tropical and subtropical elements decrease distinctly, Late Miocene in age.

During the Miocene, amentaceous and other deciduous broadleaf plants replaced the evergreen broad-leaf trees and dominated the flora, meanwhile many tropical, subtropical and coniferous trees appear ed to form a mixed conifer and broad-leaf forest. The climate was of Middle-South subtropical. In the Early Miocene, cold-bearing *Picea* and *Pinus* and other conifers were quite abundant, reflecting a cold and humid climate. In the middle stage of Miocene the areas occupied by *Picea*, *Pinus* and others retreated, tropical,

subtropical plants played a conspicuous role, reflecting a warm, humid climate. During the Late Miocene, conifer and herbs increased, thermophillous trees decreased reflecting a deteriorating climate. The warm, humid climate during the Middle Miocene turned to a temperate climate.

13. *Gra minidites-Persicarioipollis* assemblage

This assemblage occurred in Lower Member of Santan Formation. Herbaceous plant pollen plays the prominent role and exceed the number of Xylophyta plant pollen. The quantity of *Graminidites* is quite high, *Persicarioipollis* comes the next. *Magnastriatites* decrease obviously, *Sporotrapoidites* disappears or sparsly appears. Early Pliocene in age.

14. *Polypodiaceaesporites*-Pinaceae assemblage

This assemblage occurred in Upper Member of Santan Formation. The composition of the assemblage is monotonous. Pinaceae in creases, mainly is *Pinus, Picea, Tsuga* etc.. *Polypodiaceaesporites* and *Polypodiisporites* and other Pteridophyta spores may reach 27.3%. Herbaceous pollen contains 17.8%, such as Gramineae, Chenopodiaceae, Ranunculaceae *Persicarioipollis* etc.. Xerophyllous plant mainly is *Liquidambar*. Late Pliocene in age. The flora of Pliocene is of a forest steppe type. Moreover, xerophytic steppe plant type increases distinctly, reflecting the climate drier and cooler than that of the Miocene, but the appearance of tropical and subtropical plants. such as *Liquidambar, Carya* etc.,suggests that, the climate still belonged to northern subtropical.

15. Polypodiaceae-Chenopodiaceae assemblage

This assemblage occurred in Donghai Group. Pteridophyta spores, mainly of Polypodiaceae increase, Pinaceae increase as well. Angiospermae plants are various in species, they are *Quercus, Ulmus, Juglans, Alnus, Pterocarya, Betula, Carpinus, Fagus, Castanea, Salix, Tilia, Lonicera, Pistacia Rosa* etc. and tropical, subtropical elements as Moraceae, Rutaceae, *Ilex, Symplocos, Sapindus, Nyssa* and others. Herbaceous plants as Chenopodiaceae appear in considerable quantity. Quaternary in age.

The flora of the Quaternary is conifer-broad-leaf mixed forest with a preponderance of broad-leaf forest. The climate was of northern-middle subtropical, but its annual temperature average was lower than it is now in that region.

Description of new genera

Casuarinaepollenites Sun M. R. (gen. nov.)

Type species *Casuarinaepollenites casuarinoides* Sun M. R. (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Pollen oblate spheroidal-subspheroidal. AMB roundtriangle, square. Pore three or four, corner-sited on the equator, round or ellipsoidal which elongated in the meridional direction, no apsis or apsis indistinct, Surface sculpture granular or granules connecting each other forming striate, granules more dense and bigger around the pore. pollen medium sized.

The differences between this new genus and *Casuarinidites* Cookson & Pike 1954 are the general occurrence of the apsis and the smooth or delicate sculpture of the latter, and the absence of or indistinct apsis and granular sculpture or striate sculpture formed by granules connecting each other of the former. The new genus is similar to *Myricaceoipollenites* Potonie 1951 ex Potonie 1960 and *Myricipites* Wodehouse 1933. The later two genera are distinguished from the new genus by generally occurring distinct atrium.

Affinity Casuarinaceae-*Casuarina*

Distribution Paleocene

Alyxiaepollenites Sun M. R. (gen. nov.)*

Type species *Alyxiaepollenites tymponiformis* Sun M. R. (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Polled rectangular in the equa torial view, two sides straight or slightly convex, forming a waist drum or *wax* gourd shape. Heteropolar. Two pores, equator or subequator sited. Pore large, diameter of some pores are longer than 1/2 polar axis. Pore margin sculptured with verrucae and granules, some pores have a thickened operculum. Exine infragranulated or reticulated.

The new genus is similar to *Psilodiporites* Varma et Rawat 1963, but the latter has smooth exine, sometimes it seems rough under the high multiple lens, pore margin no sculpture. *Protrudodiporites* Van Hoeken-Klinkenberg 1966 is distinguished fron the new genus by the protruding pore.

Affinity Apocynaceae-*Alyxia*

Distribution Paleocene

Calamipollenites Sun M. R. (gen. nov.)

Type species *Calamipollenites calamoides* (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Equatorial view trapezium or isosceles triangle, sides obviously convex. Base side slightly convex. Polar view subcircular, horizontally elongated ellipsoid or 'I' form. Heteropolar. Two colpi, exine distinct reticulate

* Xu Jiarong, Hu Zhongheng and Mei Pengfei took part in the work.

sculptured, lumina polygonal.

The new genus is different from *Dicolpopollis* (Pflanzi 1956) Potonie 1966 in that the latter includes those specimens having granules, verrucae and microreticulus and other sculptures. The new genus is similar to the pollen of modern plant *Calamus*.

Affinity Palmae-*Calamus*

Distribution Paleocene

Eucommiaceoipollenites Sun M. R. (gen. nov.)

Type species *Eucommiaceoipollenites eucommiides* (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Side view ellipsoid or subcircular, tricolporoidate or tricolpate, colpi length uneven, two ends blunt or round, the shortest colpi usually middle sited. Exine medium thickness, smooth or coarse.

Discussion The colpi of *Eucommiidites* Erdtman 1948 is different from that of the new genus. Potonie considers that *Eucommiidites* is not to be grouped to the angiospermous pollen. This new genus is entirely different from *Eucommiidites* and is similar to the modern *Eucommia* pollen. Thus the new genus is erected.

Affinity Eucommiaceae-*Eucommia*

Distribution Paleocene

Acalyphaepollenites Sun M. R. (gen. nov.)

Type species *Acalyphaepollenites acalyphoides* Sun M. R. (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Polar view round triangle, generally small sized, triporate, pore small, ellipsoid or round, exine thickness medium or rather thick, punctate, reticulate and other various sculptures, nexine thickened around the pore, sexine and nexine separate, causing the sexine protruding or slightly protruding.

The new genus is similar to the pollen of *Acalypha* of Euphorbiaceae (Angiosperm pollen Flora of Tropic and Subtropic China, pg. 129, pl. 69, fig. 1—4)

Affinity Euphorbiaceae-*Acalypha*

Distribution Paleocene

Lingfengpollis Sun M. R. (gen. nov.)

Type species *Lingfengpollis major* Sun M. R. (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Pollen grian small sized, AMB round triangle-triangle, angle penetrating. Three colpates, colpus short and slender, polar area quite broad.

Exine near the colpus becomes thin and protruding, punctate sculptured, polar area usually rugulosed.

Discussion This new genus is very similar to *Kurtzipites* Anderson 1960 in appearance, but it is distinguished from the latter in that the aperture of the latter is pore shape, pore base filled with a triangular dark area.

Affinity Unknown

Distribution Paleocene

Donghaipollis Sun M. R. (gen. nov.)

Type species *Donghaipollis typicus* Sun M. R. (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Pollen grain small sized, polar view triangular, three colpates. colpus slender and short, verrucae connecting each other forming pseudoarci and reaching all the colpus. Pollen verrucae sculptured

Affinity Unknown

Distribution Paleocene

Dinoflagellate

In recent years, several boreholes have been drilled in the shelf basin of the East China sea. The drilling records show that Tertiary sediments are distributed widely in the region. In ascending order they are subdivided into Lingfeng, Oujiang (Pinghu), Huagang, Hailongjing and Yuquan Formations。 Abundant Dinoflagellates have been discovered in the Lingfeng, Oujiang and Yuquan Formations. A total of 100 taxa are described, including 17 new species and 3 new subspecies., Seven Dinoflagellate assemblage zones are defined for Paleocene, Eocene and Miocene sediments in ascending order as follows:

1. *Ascodinium orbiculatum-Trithyrodinium evittii* assemblage zone (obtained from the Lingfeng Formation) is characterized by the dominance of *Ascodinium, Trithyrodinium* cf. *evittii* and *Fibrocysta paleocenica* (sp. nov.), *Spiniferites* and Acritarchs of *Baltisphaeridium, Micrhystridium* and *Comasphaeridium* appear fairly common with scarcity of *Kisselovia* cf. *insolens Wetzeliella* cf. *astra, Cordosphaeridium* cf. *inodes, Hystrichokolpoma* cf. *rigaudiae*. It may be compared with the assemblage described by Drugg (1967) from Paleocene sediments of California. So, 1 zone may be referred to Paleocene age.

2. *Homotryblium pallidum-Fibrocysta mutabilis* assemblage zone (obtained from the basal part of Oujiang Formation). The zone is dominated by *Homotryblium, Adnatosphaeridium* and *Fibrocysta*, which are widely distributed in early-middle Eocene of Europe and Australia, such as *Homotryblium*

tenuispinosum, *H. pallidum*, *H. oceanicum*, *H. plectilum*, *Adnatosphaeridium multispinosum*, *A. vittatum*, *A. williamsii*, *Fibrocysta radiata*, while *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C. exilimurum*, *C. inodes*, *C. ?cracenospinosum*, *Hystrichosphaeridium* cf. *stellatum*, *H. patulum*, *H. tubiferum*, *H.* cf. *latirictum*, *Glaphyrocysta* cf. *pastielsi*, *Hystricholpoma salacia*, *Diphyes colligerum*, *Turbiosphaera galatea* are the most common species. *Coronifera* cf. *oceanica*, *Wetzeliella articulata*, *Cribroperidinium* cf. *granomembranaceum*, *C. giuseppei*, and *Impagidinium* cf. *maculatum* are present in low frequency.

3. *Areoligera* cf. *senonensis-Thalassiphora delicata* assemblage zone (corresponding to the lower part of Oujiang Formation) are dominated by species of the genus *Areoligera*, especially *A.* cf. *senonensis*. Several species appearing within the zone are: *Wetzeliella ovalis*, *W. meckelfldensis*, *Kisselovia tenuiavirgula*, which persist into the overlying 4th assemblage zone. *Areoligera sentosa*, *Schematophora speciosa*, *Hystrichokolpoma granulata*, *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Eocladopyxis peniculata*, *Eisenackia crassitabulata*, *Fromea* cf. *amphora*, *Diphyes* cf. *ficusoides*, *Distatodinium* cf. *paradoxum* and *Thalassiphora delicata* are only restricted to this zone.

The 2,3 assemblage zones are similar to the assemblage zone of London Clay in Southern England. Both assemblage zones have nineteen species: *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C. ?cracenospinosum*, *Homotryblium pallidum*, *H. tenuispinosum*, *Hystrichosphaeridium salpingphorum*, *H. tubiferum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Fibrocysta radiata*, *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Eocladopyxis peniculata*, *Diphyes colligerum*, *Areoligera* cf. *senonensis*, *Adnatosphaeridium multispinosum*, *A. vittatum*, *Wetzeliella articulata*, *W. meckelfeldensis*, *Kisselovia tenuiavirgula* etc.. The 2, 3 zones are comparable with the *Areoligera sennoensis* zone (early Eocene) of Offshore Eastern Canada studied by Williams (1975). Thus the 2 and 3 assemblage zones belong to early Eocene in age.

4. *Kisselovia reticulata-Cyclopsiella vieta* assemblage zone (equivalent to the middle part of Oujiang Formation) is characterized by the dominance of Wetzeliellaceae, mainly *Wetzeliella* with some *Kisselovia* and rare *Gochtodinium* and *Rhombodinium*. A lot of the chorate cysts discovered in this zone are extended from the underlying assemblage ones, only *Pentadinium* cf. *polypodum*, *Impletosphaeridium kroemmelbeinii*, *Amphorosphaeridium multispinosum*, *Achilleodinium* cf. *biformoides*, *Chiropteridium mespilanum*, *Cyclopsiella vieta* are restricted in this zone. 4 zone is similar to that one from Bracklesham Beds. Southern England and *Adnatosphaeridium reticulense* assemblage zone from Offshore Eastern Canada. 4 assemblage zone is of middle

Eocene in age.

5. *Rhombodinium draco-Schematophora speciosa* assemblage zone (equivalent to the middle part of Oujiang Formation) is characterized by disappearance of *Wetzeliella, Kisselovia, Gochtodinium* and only rare *Rhombodinium draco* appearing in the zone, while *Schematophora speciosa, Renidinium* spp. are fairly common. *Areoligera* cf. *senonensis, A. undulata, A. medusettiformis, Adnatosphaeridium vittatum, Kallosphaeridia biornatum, Thalassiphora pelagica* are present in low frequency. On the basis of Dinoflagellate the middle part of Oujiang Formation is undoubtedly of middle Eocene age

6. *Thalassiphora eocenica-Batiacasphaera micropapillata* assemblage zone (corresponding to the upper part of Oujiang Formation) has the first appear and of *Turbiosphaera symmetrica, Batiacasphaera micropapillata, B. explanata, Systematophora* cf. *palacacantha, Samlandia* cf. *reticulifera*, and *Selenopemiphix nephroides*. It compares with the assemblage zone of late Eocene, Southern England. This assemblage zone may be of late Eocene age.

7. *Operculodinium echigoense-Spiniferites ovatus* assemblage zone (corresponding to Yuquan Formation) has relatively abundant *Operculodinium, O. centrocarpum, C. longispinigerum, O. echigiense, O. wallii*, together with the rarity *Turbiosphaera, Hystrichokolpoma* cf. *okinawaium, Spiniferites asperulus, S. ovatus, Ascotomocystis granulata, Apteodinium minimum* sp. nov. It may be compared with the assemblage (earlymiddle Miocene) of Niigata district, central Japan. It should belong to early-middle Miocene age.

Charophyte

For detecting the reserves of oil and gas in the East China Sea shelf, the Cenozoic strata have been revealed in recent years through drilling by the Bureau of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources. After the investigation charophyte fossils have been found in east of Zhejiang depression and Taibei depression, etc. They are of 11 species in 8 genera and distributed in Pinghu Formation (Eocene), Huagang Formation (Oligocene), Hailongjing, Yuquan and Santan Formations (Pliocene, or the bottom part of Quaternary) (see Table 1).

The charophyte fossils from Huagang Formation have been found to exist in east of Zhejiang depression among which those in the former hole being both in a larger number and a better state of preservation. This assemblage is called *Raskyaechara pinghuensis* Liu-*Maedlerisphaera ulmensis* (Straub) Horn af Rantzien assemblage, the main elements of which are *Raskychara pinghuensis* Liu (sp. nov.), *R. baxianensis* Xinlun, *Maedlerosphaera ulmensis* (Straub) Horn af Rantzien, *Krassavinella lagenalis* (Straub) M.

Feist-Castel, followed by *Rhabdochara stockmani* L. Grambast, etc. The fossils above are often seen in Oligocene, especially in Middle-Late Oligocene. Of them *Maedlerisphaera ulmensis* is not only the typical one of Middle-Late Oligocene but has the greatest quantity in the assemblage as well. This flora is roughly of the same age with those from the following strata (all of Middle-Late Oligicene): the upper part of the Second Member of Shahejie Formation-Dongying Formation in Bohai coast; the upper part of Sanduo Formation in Jintan, Jiangsu; and Xinganchaigou Formation of Qaidam Basin.

The fossils from Hailongjing Formation occurring in east of Zhejiang depression have the following members: *Sphaerochara inconspicua* (Unger) M. Feist-Castel, *Krassavinella lagenalis* (Straub) M. Feist-Castel, *Charites* cf. *paratriangularis* Xinlun. They have a small number and a quite different feature compared with those from Huagang Formation. They were once recorded in the strata from Middle and Upper Oligocene to Miocene, but are more frequent in those later than Oligocene. Among them *Sphaerochara inconspicua* is the typical element of the Miocene in China and *Krassavinella lagenalis*, also, can be often seen in Miocene. Moreover, the Formations of Hailongjing and Huagang are of continuous sediments. Based on all those we can believe that the charophyte flora in Hailongjing Formation belongs to Miocene, and can be further assigned it to Early Miocene.

In Yuquan Formation, charophytes have been found in east of Zhejiang depression and have only very few species and genera, i. e. *Raskyaechara subcylindrica* Yang, *R. yuquanensis* Liu (sp. nov.), etc. *Raskyaechara subcylindrica* Yang is known from Xiejia and Chetougou Formations of Middle and Lower Miocene in Qinghai, and *Maedlerisphaera ulmensis* has the similar characteristics to those from Miocene Baiyanghe Formation of Jiuquan Basin in Gansu. Therefore, the charophyte flora from this formation is considered as of Miocene age.

In Santan Formation (or the bottom part of Donghai Group), the charophylis are present in east of Zhejiang depression and also in a small number, the main elements of which being *Lychnothamnites yanchengensis* Huang et Xu, etc. . These fossils were once reported to exist in Pliocene Yancheng Group and Quaternary Dongtai Group of Dafeng and Dongtai, Jiangsu, as well as in the Neogene of Huadeerdengtu, Inner Mongolia. Therefore, the fossil-bearing beds in Santan Formation may probably be of Late Pliocene-Early Quaternary age.

As to those in Pinghu Formation, although the element *Obtusochara* cf. *ovalis* Huang has been found there in east of Zhejiang depression, it can not help to tell the exact age of the fossil-bearing beds because of its very

small quantity and poor preservation.

Diatoms

1. The Late Quaternary marine transgression and regression, paleoecology and paleoenvironment of the Changjiang Delta, China are discussed in this paragraph, as based on the study of diatom flora collected from Chang 1 borecore. by the Huang Pu River, Shanghai, China.

All the 19 samples containing diatoms are concentrated between 4.60m—24.03m and 31.60m—72.07m sections, from which 67 species and varieties of diatoms of 29 genera have been identified. Most of them are marine species, and judging by the difference in the number of frustules among the main species, the diatoms can be divided into two diatom floras.

The first diatom flora occurs in 17 samples limited to 4.6m—4.74m, 8.49m—24.03m and 31.60m—72.07m. The main species are *Cyclotella stylorum* Brightwell and *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg. Judging by the variation in the frustule number of *Melosira sulcata* (Ehr.) Kützing in 17 samples, the first diatom flora can be subdivided into two assemblages. The first one exists in 10 samples from 31.60m—72.07m and consists of *Cyclotella stylorum*——*Coscinodiscus radiatus*——*Melosira sulcata*. The frustules number of *Cyclotella stylorum* is the highest in the 17 samples, with a maximum content of 66.96%, a minimum of 50%, and averaging 60.90%. The frustule numbes of *Coscinodiscus radiatus* is the second in abundance with a maximum and minimum content of 29.80% and 8.75% respectively, with an average of 15%. *Melosira sulcata* ranks the third in abundance with an average of 8.80%. The second diatom assemblage occurs in 7 samples concentrated in 4.68m—4.74m, and 8.09m—34.03m. It is closely related with the first diatom assemblage, for *Cyclotella stylorum* and *coscinodiscus radiatus* are also the main species in the second assemblage, but the frustule number of the *Melosira sulcata* is obviously reduced except the sample No. 6, which has a content of 4.86%, while other samples have a content of 1—2% only, averaging 1.95%. The second diatom flora exists in samples Nos. 7 and 8 from 4.85m—6.55m in cbore core This diatom flora is characterized mainly by the obviously increased frustule number of *Coscinodiscus radiatum* with an average of 44.12%, but the frustule number of *Cyclotella stylorum* becomes the second in abundance. The frustule number of *Triceratium favus* Ehrenberg ranks the third, and *Melosira sulcata* ranks the fourth in abundance.

Judging by their ecology most of the 67 species including the dominant species are marine. It is hence inferred that the sediments in which the two diatom floras were thriving during the marine transgression in the Late

Quaternary, and the duration of marine transgression is different——the marine transgression with the first diatom flora was longer, when the water was shallow, and the water current was more steady than that carrying the second diatom flora.

Marine regression took place between the first diatom and the second diatom assemblages of the first diatom flora.

Some fresh-wates diatom frustules found in the 19 samples must have been brought into the boring core by rivers, and definitely not buried in situ.

2. Late Quaternary Diatom Flora of Okinawa Trough on the shelf margin of China

The Okinawa Trough is located on the northwest of East China sea and situated on the shelf margin of China.

30 samples of the two section (including 9 samples of No. 865 section and 21 samples of No. 889 section) studied here were collected from Okinawa Trough. They are represented by 31 genera and 101 species and varieties, of which there are 3 new taxa, one new combination and several unidentified species.

The diatom floras are characterized by the occurrence of *Melosira*, *Cyclot*, *Coscinodiscus*. *Actinocyclus*, *Actinoptychus*, *Chaetoceros*, *Thalassionema*, Diploneis and *Rhaphoneis*. They are dominated by species *Melosira sulcata*, *Cyclotella striata*, *Cyc. stylorum*, *Coscinodiscus nodulifer*, *Cos. argus*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Actinoptychus splendens*, *Act. undulatus*, *Chaetoceros affinis*, *Trybliptychus cocconeiformis*, and *Thalassionema nitzschioides*.

In Okinawa Trough the diatoms may be subdivided into four assemblages in ascending order:

(1) *Cyclotella striata-Cyclotella stylorum-Coscinodiscus nodulifer* assemblage.

(2) *Cyclotella striata-Actinoptychus undulatus-Thalassionema nitzschioides* assemblage.

(3) *Cyclotella stylorum-Chaetoceros affinis-Actinoptychus splendens* assemblage.

(4) *Cyclotella stylorum-Thalassionema nitzschioides-Melosira sulcata* assemblage.

The chief representatives of the diatom assemblages are living algae. *Pseudoeunotia doliolus* and *Nitzschia reimholdii* have not been recorded from these diatom floras.

Besides the above mentioned, the sediments also contain rich and varied Chrysophyta cysts and *Dictyocha* (Silicoflagellates).

According to the diatom floras, the age of the sediments belong to Late Pleistocene-Holocene.

Description of new species

***Xanthiopyxis donghaiensis* Li (sp. nov.)**

(plate 69, fig. 23)

Holotype ES889-22(2)-3(31), plate 120, fig. 23

Valve elliptical, convex, with broad, obtusely rounded apices; Length 35—49μm, width 17—23μm; Margin of valve narrow, Entire valve surface covered with short fine spines of regular distribution, Basis of spines developed into irregular areolates.

Ecology Marine.

Geologic range Late Quaternary

***Xanthiopyxis spinosus* Li (sp. nov.)**

(Plate 67, fig. 7)

Holotype ES889-28(1)-3(22), plate 118, fig. 7.

Valve ovata, convex, with acuminate apices; Length 21—35μm, width 19—25μm; Margin of valve densely striated, about 11—12 striae in 10μm; Entire valve surface covered densely with short fine spines.

Ecology Marine.

Geologic range Late Quaternary

***Rutilaria obesula* Li (sp. nov.)**

(Plate 67, fig. 6)

Holotype ES889—12(1), plate 118, fig. 6.

Valve inflated, subcircular, convex, with bluntly pointed apices; Length about 35μm, width about 39μm, Margins of valve short pectinate, denticulate, 9—11 in 10μm; Valve surface densely covered with short spines and puncts, with a peculiar central nodule prolonged into short, linear, obtuse processes.

Ecology Marine.

Geologic range Late Quaternary.

***Navicula truncatula* Hust. var. *lanceolata* Li (var. nov.)**

(Plate 69, fig. 11)

Holotype ES889—13(1), plate 120, fig. 11.

Valves elliptical-lanceolate, with truncate ends; Length 39μm, Width about 19μm; Axial area narrow, linear; Striae radiate, Puncta very distinct,

Striae 11—12, puncta 24—25 in 10μm.

Ecology Marine.

Geologic range Late Quaternary.

Calcareous Nannofossils

This work deals with the systematical researches on the Cenozoic calcareous nannofossils of the continental shelf of East China Sea (Donghai). Abundant calareous nannofossils are discovered through the researches on 4 bore-holes and some Quaternary samples in continental shelf. The calareous nannofossils include 18 families, 44 genera and 122 species (containing 20 unidentified species). 42 genera and 102 species are described, among which 5 species are newly erected, namely *Fasciculithus lingfengensis* (sp. nov.), *Neococcolithus oujiangensis* (sp. nov.), *Reticulofenestra donghaiensis* (sp. nov.), *R. lingfengensis* (sp. nov.) and *Discoaster lingfengensis* (sp. nov.).

According to the feature of the fossils, 6 calcareous nannofossils assemblages are distinguished ranging from Paleocene to Quaternary.

The first assemblage—the Late Paleocene stage of Lingfeng Formation, comprises abundant fossils and complete zonal fossils, including zonal fossils of Zone NP5 up to Zone NP9 and the specific species from Thanetian of Paleocene, such as *Fasciculithus clinatus*, *F. lillianae*, *F. richardi*, *F. tonii*, *F. schaubii*, *Semihololithus biskayae*, *Zygodiscus bramlellei* etc.

The second assemblage—the Early to Middle Eocene stage of Oujiang Formation, comprises abundant fossils and the zonal fossils of Zone NP12 to NP14 and NP17 and common species of Early and Middle Eocene such as *Chiasmolithus expansus*, C. *grandis*, *Neococcolithus minutus*. *N. bijugatus*, *Transverspontis pulchra*, *Blackies spinosus*, *Ericsonia formosa* *Micrantholithus vesper* etc.

The third assemblage-only discovered in some beds of the upper part of Hailongjing Formation of Early Miocene comprises the zonal fossils of Zone NN5 and *Sphenolithus mariformis*, *S.* cf. *obtusus* etc.

The fourth assemblage-only discovered in some beds of Yuquan Formation belongs to Late Miocene. This assemblage is poor in species and slightly diversified. *Catinaster coalitus* zonal fossil occurs scarcely.

The fifth assemblage-Santan Formation of Pliocene, is rich in fossils, There are fossils common in Pliocene such as *Sphenolithus abies*, *Heliocosphaera sellii*, *Gephyrocapsa oceanica*(small) and the zonal fossils of Zone NN15, NN16 and NN18.

The sixth assemblage-Donghai Group of the Quaternery, is rich in fossils, There are zonal fossils of Zone NN19 up to Zone NN21 and common

species such as *Helicosphaera wallichi*, *Coccolithus pelagecus*, *Calcidiscus leptoporus*, *Gephyrocapsa* cf. *protohuxlei*, *Brarudosphaera bigelowii* etc.

According to the above-mentioned data, the sea area of continental shelf of Donghai during the Paleogene was mainly situated in the Taibei depression The Oujiang marginal sea has developed since the early stage of Late Paleocdene, In the early and middle stages of Eocene, Taibei depression remained to be submerged under the sea water. In the middle stage, sea water deepened and during the late stage the sea water retreated and the area turned to be dryland. In the other depressions there occurred a short duration of transgression of the sea water during the Eocene to Oligocene.

According to the analysis of the fossil contents, the abundance value and the specialization of the species during the Late Paleocene to Middle Eocene in the Taibei depression, 3—4 times obvious salted-water environment of seml-closed sea have appeared. During the early stage of the Neogene (Miocene), transgression occasionally took place and during the late stage (Pliocene) to the Quaternary, calcareous nannoplankton greatly flourished, and the continental shelf turned from marginal sea to shallow sea environment.

图 版 说 明

孢 粉

（新属新种的正型标本及其他照像标本均保存 在中国地质科学院地质研究所；除注明者外，均放大800倍）

图 版 1

1—5. *Sphagnumsporites* spp.
灵峰组上、下段。

6,7. *Lycopodiumsporites* sp.
6. 灵峰组下段；7. 玉泉组下段。

8,9. *Pterisisporites* sp.
灵峰组下段。

10. *Cibotiumidites* sp.
灵峰组下段。

11—13. *Cicatricosisporites minutaetriatus* (Bolch.) Pocock
灵峰组上、下段。

14—18. *Cicatricosisporites pseudoaurifer* (Bolch.) Li
灵峰组上段。

19. *Cicatricosisporites minor* (Bolch.) Pocock
灵峰组上段。

20. *Osmundacidites oligocaenicus* (Krutzsch) Song & Zheng
玉泉组下段。

图 版 2

1—4. *Cicatricosisporites pseudoaurifer* (Bolch.) Li
灵峰组上段。

5. *Cicatricosisporites dorogensis* Pot. et Gell.
灵峰组上段，

6,7. *Cicatricosisporites* sp.
灵峰组上、下段。

8—11. *Gleicheniidites* sp.
灵峰组下段。

12,13. *Pterisisporites undulatus* Song & Zheng
灵峰组下段。

14a,b.15. *Pterisisporites granulatus* Song & Zheng
灵峰组下段。

16. *Trilites* sp.
三潭组。

17,18. *Pterisisporites* sp.

17. 灵峰组上段；18. 平湖组。

19. *Lygodiumsporites microadriensis* (Krutzsch) Ke & Shi

灵峰组上段。

20. *Toroisporis* (*Divitoroisporites*) *longilaesuratus* Song & Zheng

灵峰组上段。

21. *Lygodiumsporites leiodorogensis* (Krutzsch) Ke & Shi

灵峰组下段。

图 版 3

1. *Verrutetraspora elegans* Song & Zheng

灵峰组下段。

2,3. *Polypodiaceoisporites volubilis* Song & Zheng

2. 东海群；3. 三潭组上段。

4. *Schizaeoisporites laevigataeformis* (Bolch.) Geo & Zhao

灵峰组上段。

5,9,11. *Magnastriatites howardi* Germeraad, Hopping & Muller

玉泉组上段；×600。

6. *Deltoidospora seidewitzensis* (Krutzsch) Hu

灵峰组下段。

7. *Deltoidospora* sp.

灵峰组上段。

8. *Magnastriatites granulastriatus* Li

玉泉组下段；×600。

10. *Pterisisporites fatangularis* Liu

灵峰组下段。

12. *Crassoretitriletes* sp.

三潭组。

13. *Magnastriatites* sp.

玉泉组上段；×600。

14. *Lygodioisporites solidus* R. Potonie

灵峰组下段。

图 版 4

1. *Crassoretitriletes* sp.

灵峰组下段。

2. *Deltoidospora seidewitzensis* (Krutzsch) Hu

灵峰组上段。

3. *Polypodiaceoisporites* sp.

灵峰组下段。

4—6,8,10. *Crassoretitriletes* spp.

4, 6, 10. 灵峰组下段；5. 玉泉组下段；8. 灵峰组上段。

7. *Crassoretitrileles* sp.

灵峰组上段。

9,11. *Lygodioisporites* sp.

9. 玉泉组下段；11. 灵峰组上段。

12. *Polypodiaceoisporites* sp.

灵峰组下段。

图 版 5

1,3. *Lygodiumsporites leiodorogensis* (Krutzsch) Ke & Shi

灵峰组上段。

2,8,11. *Deltoidospora adriensis* (Pot. & Gell.) Song & Zheng

灵峰组上、下段。

4—6,10,12. *Deltoidospora regularis* (Pflug) Song & Zheng

玉泉组下段及灵峰组上段。

7,9. *Toroisporis* (*Divitoroisporis*) *longilaesuratus* Song & Zheng

灵峰组下段。

图 版 6

1. *Deltoidospora regularis* (Pflug) Song & Zheng

灵峰组下段。

2. ?*Cingutriletes* sp.

平湖组下段。

3. *Lygodioisporites* sp.

平湖组。

4,16. *Polypodiaceaesporites gracilis* (Wilson & Webester) Ke & Shi

灵峰组上段。

5,6. *Deltoidospora adriensis* (Pot. & Gell.) Song & Zheng

灵峰组上段。

7. *Lygodiumsporites microadriensis* Ke & Shi

灵峰组上段。

8. *Polypodiaceoisporites* sp.

三潭组，

9,10. *Polypoditisporites megafavus* (Couper) Song & Zheng

灵峰组上、下段。

11. *Polypodiaceoisporites* sp.

三潭组。

12. *Polypodiaceaesporites* sp.

三潭组，

13—15. *Extrapunctatusporis ovatus* Zhang

灵峰组上、下段。

17,18,21. *Extrapunctatusporis megapunctos* Krutzsch

灵峰组上段。

19. *Polypodiisporites* sp.

三潭组。

20. *Cyclophorusporites* sp.

三潭组。

图 版 7

1. *Polypodiaceaesporites gracilis* (Wilson & Webester) Ke & Shi

灵峰组上段。

2—4. *Polypodiaceaesporites haardti* (Pot. & Ven.) Thiergart

灵峰组上、下段。

5. ?*Concavissimisporites* sp.

灵峰组上段。

6. *Toroisporis* sp.

灵峰组下段。

7,8,11—13. *Extrapunctatusporis ovatus* Zhang

灵峰组上、下段。

9,10. *Camarozonosporites* sp.

灵峰组上段。

14. *Polypodiisporites* sp.

三潭组。

15. *Leptolepidites* sp.

海龙井组下段。

16—19. *Echinatisporites* sp.

灵峰组下段。

20,21. *Echinatisporites* sp.

灵峰组上段。

22,23. *Pterisisporites* sp.

瓯江组。

24. *Polypodiaceoisporites* sp.

三潭组。

25. *Polycingulatisporites* sp.

玉泉组上段。

图 版 8

1,2. *Podocarpidites* sp.

灵峰组上段。

3,4. *Classopollis* sp.

3. 灵峰组上段; 4. 花港组。

5. *Piceaspollenites alatus* Pot.

玉泉组; ×600。

6. *Podocarpidites parandiniformis* Ke & Shi

灵峰组下段。

7. *Cycas* sp.

灵峰组上段。

8,9. *Podocarpidites* sp.

三潭组。

10. *Dacrydium* sp.

玉泉组。

11,13. *Piceaepollenites tobolicus* (Panova) Ke & Shi

玉泉组上段；×600。

12. *Abietineaepollenites microalatus f. major* Pot.

灵峰组上段。

14. *Piceaepollenites alatus* Pot.

灵峰组上段；×600。

图 版 9

1. *Keteleeriaepollenites davidianaeformis* (Zakl.) Song & Zheng

玉泉组上段；×600。

2. *Cedripites microsaccoides* Song & Zheng

灵峰组上段。

3. *Pinuspollenites labdacus f. maximus* Pot.

灵峰组下段。

4,10. *Pinuspollenites taedaeformis* (Zakl.) Ke & Shi

4. 玉泉组；10. 灵峰组下段。

5. *cedripites tenuis* Song & Zheng

灵峰组上段。

6. *Cedripites* sp.

灵峰组下段。

7. *Cedripites* sp.

灵峰组上段。

8. *Cedripites medius* (Zauer) Krutzsch

灵峰组下段。

9. *Pinuspollenites labdacus* f. *minor* Pot.

灵峰组下段。

图 版 10

1,4,6. *Abietineaepollenites microalatus* f. *major* Pot.

1,6. 灵峰组上段；4. 玉泉组。

2. *Pinuspollenites taedaeformis* (Zakl.) Ke & Shi

灵峰组上段。

3. *Pinuspollenites labdacus* f. *maximus* Pot.

灵峰组下段。

5. *Cedripites microsaccoides* Song & Zheng

灵峰组下段。

7. *Pinuspollenites* sp.

灵峰组下段。

8. *Abietineaepollenites microsibiricus* (Zakl.) Ke & Shi

灵峰组下段。

9,10,12. *Tsugaepollenites igniculus* f. *major* Pot.

9,12. 玉泉组上段；10. 灵峰组上段；9. ×600.

11,15. *T. igniculus* f. *minor* Pot.

11. 玉泉组上段；15. 玉泉组上段。

13. *Tsugaepollenites spinulosus* (Krutzsch) Ke & Shi

灵峰组上段。

14. *T. multispinus* (Kr.) Sun & Deng

三潭组。

图 版 11

1. *Tsugaepollenites igniculus* f. *major* R. Pot.

玉泉组上段。

2. *Cryptomeriapollenites largus* Kremp

灵峰组上段。

3,5,6. *Taxodiaceaepollenites hiatus* (Pot.) Kremp

灵峰组上、下段。

4,17. *Ephedripites trinata* (Zakl.) Kr.

灵峰组上段。

7,8,10,11. *Taxodiaceaepollenites* spp.

灵峰组上、下段。

9. *Ephedripites* (*Distachyapites*) *cheganicus* (Shakhmundes) Ke & Shi

灵峰组下段。

12—16. *Selluoiapollenites polyformosus* Thiergart

灵峰组下段。

18. *Ephedripites* (*Distachyapites*) *obesus* Ke & Shi

灵峰组上段。

19—22. *Parcisporites parvisaccus* Song & Zheng

灵峰组上、下段。

23,24. *Anizonosaccites* sp.

玉泉组上段。

图 版 12

1. *Graminidites subtiliglobosus* (Trevisan) Krutzsch

三潭组。

2. *Sparganaceaepollenites sparganioides* (Meyer) Krutzsch

花港组下段。

3—6. *Casuarinaepollenites casuarinoides* (gen. et sp. nov.)

灵峰组上段。

7,8,10,11. *Casuarinaepollenites exaspidatus* (gen. et sp. nov.)

灵峰组上段。

9,12—16. *Casuarinaepollenites tetraporus* (gen. et sp. nov.)

灵峰组上段。

17—25. *Myricaceoipollenites cavilloratus* (Drugg) (comb. nov.)

灵峰组。

26,27. *Myricaceoipollenites abnormis* (sp. nov.)

灵峰组上段。

28—34. *Myricaceoipollenites pachydermus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

图 版 13

1—3,6,7. *Myricaceoipollenites pachydermus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

4. *Casuarinaepollenites casuarinoides* (gen. et sp. nov.)

灵峰组上段。

5,8,9. *Myricaceoipollenites annulatus* (sp. nov.)

灵峰组。

10—18,20—22. *Myricaceoipollenites lingfengensis* (sp. nov.)

灵峰组。

19,23—27. *Myricipites minor* (sp. nov.)

灵峰组上段。

28—34. *Myricipites conspicuus* (sp. nov.)

灵峰组。

图 版 14

1—10,20. *Myricipites conspicuus* (sp. nov.)

灵峰组。

11—19,21—24. *Myricipites coruugus* (sp. nov.)

灵峰组。

25,26. *Myricaceoipollenites lingfengensis* (sp. nov.)

灵峰组。

27. *Caryapollenites simplex* (R. Potonie) Raatz

花港组。

28. *Caryapollenites triangulus* (Pflug) Krutzsch

海龙井组。

29. *Myricipites* sp.

平湖组下段。

30—33. *Caryapollenites paleocenicus* (sp. nov.)

灵峰组。

图 版 15

1. *Caryapollenites paleocenicus* (sp. nov.)

灵峰组。

2,3. *Caryapollenites* cf. *juxtaporipites*(Wodehose)San X. -j. & al.

灵峰组。

4—9. *Caryapollenites polarannulus*(sp. nov.)

灵峰组。

10—14. *Caryapollenites minor* (sp. nov.)

灵峰组。

15. *Caryapollenites* cf. *triangulus* (Pflug) Krutzsch

花港组。

16. *Caryapollenites* sp.

花港组。

17. *Engelhardtioipollenites punctatus* (Potonie) Potonie

灵峰组。

18. *Engelhardtioidites* cf. *concavus* (Pflug) Zhou

灵峰组上段。

19. *Engelhardtiidites concavus* (Pflug) Zhou

灵峰组。

20,26. *Engelhardtioipollenites quietus* Potonie

平湖组—花港组。

21—25. *Engelhardtioidites palaeocenicus* (sp. nov.)

灵峰组。

27. *Engelhardtioipollenites* cf. *quietus* Potonie

平湖组。

28. *Engelhardtioidites microcryphaeus* (Potonie) Potonie, Thomson & Thiergart

花港组。

29. *Juglanspollenites* sp.

花港组。

30. *Polyporopollenites* sp.

玉泉组。

31,32. *Juglanspollenites tetraporus* Song & Tsao

玉泉组。

33. *Juglanspollenites verus* Raatz

海龙井组—玉泉组。

34. *Juglanspollenites* sp.

玉泉组。

35—37. *Juglanspollenites* cf. *rotundus* Ke & Shi

玉泉组。

38,39. *Platycaryapollenites swasticoidus* (Elsik) Frederiksen & Chislopher

灵峰组。

40,41. *Platycaryapollenites trifalsus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

42—44. *Platycaryapollenites scabridus* (sp. nov.)

灵峰组。

45,46. *Platycaryapollenites* cf. *dongyingensis* Ke & Shi

45. 花港组；46. 灵峰组。

图 版 16

1. *Platycaryapollenites dongyingensis* Ke & Shi

灵峰组上段。

2. *Platycaryapollenites* sp.

灵峰组下段。

3,8. *Pterocaryapollenites stellatus* (Potonie) Raatz

玉泉组。

4,5. *Pterocaryapollenites annulatus* Song

海龙井组—玉泉组。

6,10. *Alnipollenites inflexus* (sp. nov.)

花港组。

7. *Juglanspollenites* cf. *rotundus* Ke & Shi

玉泉组。

9,11. *Alnipollenites metaplasmus* (Potonie) Potonie

11. 灵峰组；9. 花港组。

12. *Triporopollenites polanulatus* Song & Tsao

灵峰组下段。

13,14. *Alnipollenites verus* (Potonie) Potonie

海龙井组。

15. *Alnipollenites* sp.

灵峰组下段。

16—19. *Paraalnipollenites confusus* (Zaklinskaja) Hills & Wallance

灵峰组。

20. *Paraalnipollenites* cf. *confusus* (Zaklinskaja) Hills & Wallance

灵峰组下段。

21. *Betulaepollenites* sp.

玉泉组。

22—25. *Betulaepollenites yuquanensis* (sp. nov.)

玉泉组。

26. *Betulaceoipollenites bituitus* (Potonie) Potonie

玉泉组。

27,28. *Betulaepollenites plicoides* (Zaklinskaja) Song & Tsao

灵峰组下段。

29,30. *Betulaepollenites infrequens* (Stanley) Rouse & Srivastava

灵峰组。

31—36. *Betulaceoipollenites irregularis* (sp. nov.)

灵峰组。

37,38. *Carpinipites* cf. *festatus* (Takahashi) Zhou

玉泉组。

39. *Betulaceoipollenites prominens* (Pflug) Ke & Shi

玉泉组。

40,41. *Carpinipites subtriangulus* (Stanley) Guan

海龙井组—三潭组。

42,43. *Carpinipites orbicularis* (Potonie) Song & Zheng

海龙井组—玉泉组。

44,46,47. *Momipites coryloides* Wodehouse

44. 花港组；46,47. 灵峰组。

45. *Carpinipites tetraporus* Sun M.-R.

三潭组上段。

48. *Momipites leffingwellii* Nichols & Ott

灵峰组下段。

49. *Momipites amplus* (Leffingwell) Nichols

灵峰组下段。

50. *Momipites trifurcus* (sp. nov.)

灵峰组下段。

图 版 17

1—7. *Betulaceoipollenites irregularis* (sp. nov.)

灵峰组。

8—9. *Momipites tenuipolus* Anderson

灵峰组下段。

10. *Momipites leffingwellii* Nichols & Ott

灵峰组下段。

11,12. *Plicatopollis lunatus* Kedves

灵峰组下段。

13—15. *Momipites trifurcus* (sp. nov.)

灵峰组。

16,17. *Momipites paratriletus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

18,19. *Momipites triletipollenites* (Rouse) Nichols

玉泉组。

20—23. *Momipites occultatus* (sp. nov.)

灵峰组。

24. *Momipites* sp. 1

灵峰组上段。

25. *Platycaryapollenites swasticoidus* (Elsik) Frederiksen & Chislopher

灵峰组。

26. *Plicatopollis* cf. *lunatus* Kedves

灵峰组下段。

27. *Momipites* sp. 2

灵峰组下段。

28,29. *Ostryoipollenites rhenanus* (Thomson) Potonie ex Potonie

灵峰组上段。

30. *Plicatopollis* sp. 1

灵峰组下段。

31,32. *Ostryoipollenites* cf. *rhenanus* (Thomson) Potonie et Potonie

灵峰组。

33,43. *Triatriopollenites* cf. *lentiplicus* Sun X.-J. & al.

灵峰组下段。

34. *Plicapollis granulatus* Sung & Lee

灵峰组下段。

35. *Plicapollis trinus* (Stanley) Wang

灵峰组下段。

36,37. *Plicapollis scabrigranulum* (sp. nov.)

花港组。

38. *Engelhardtioidites punctatus* (Potonie) Potonie

灵峰组。

39. *Triatriopollenites* sp.

灵峰组下段。

40. *Plicatopollis* sp. 4

灵峰组下段。

41. *Triporopollenites* sp.

灵峰组上段。

42. *Plicatopollis* sp. 3

灵峰组下段。

44—47. *Triatriopollenites furviatrium* (sp. nov.)

灵峰组上段。

48. *Triatriopollenites* sp.

灵峰组上段。

图 版 18

1—5. *Triatriopollenites furviatrium* (sp. nov.)

灵峰组上段。

6. *Celtispollenites* sp.

灵峰组上段。

7,8,20,21. *Celtispollenites verruculosus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

9. *Extratriporopollenites* sp.

灵峰组上段。

10. *Triporopollenites* sp.

灵峰组下段。

11,19. *Myricaceoipollenites cavilloratus* (Drugg) (comb. nov.)

灵峰组。

12,13. *Myricaceoipollenites intragranulatus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

14—16. *Myricaceoipollenites lingfengensis* (sp. nov.)

灵峰组。

17—18. *Monipites* sp.

灵峰组。

22,23. *Celtispollenites triporatus* Sun & Li

22. 灵峰组上段；23. 平湖组。

24,25. *Celtispollenites minor* Ke & Shi

平湖组。

26,27. *Celtispollenites dongyingensis* Ke & Shi

玉泉组。

28,29. *Celtispollenites minimus* Sun & Wang

玉泉组。

30,44. *Ulmoideipites planeraeformis* Anderson

灵峰组。

31—33. *Ulmipollenites minor* J. Groot & R. Groot

灵峰组。

34,35. *Ulmipollenites granopollenites* (Rouse) Sun & Li

玉泉组。

36. *Ulmipollenites undulosus* Wolff

玉泉组。

37. *Ulmipollenites miocaenicus* Nagy

玉泉组。

38. *Ulmipollenites rotundatus* (Ananova) Sun & Fan

三潭组。

39,45. *Ulmipollenites triangulatus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

40,41. *Ulmoideipites tricostatus* Anderson

灵峰组。

42,43. *Ulmoideipites krempii* Anderson

灵峰组下段。

图 版 19

1—5. *Ulmoideipites polycertus* (sp. nov.)

平湖组—花港组。

6—8. *Ulmoideipites miocenicus* Sun & Wang

玉泉组。

9. *Ulmipollenites rotundatus* (Ananova) Sun & Fan

三潭组。

10. *Zelkovaepollenites potonie* Nagy

玉泉组。

11,12. *Zelkovaepollenites* cf. *potonie* Nagy

花港组—海龙井组。

13—16. *Zelkovaepollenites polyangulus* Sun & Wang

13, 14. 玉泉组；15, 16. 玉泉组下段。

17. *Ulmipollenites* sp.

灵峰组下段。

18—20, 22. *Proteacidites verruciformis* Ke & Shi

花港组上段。

21. *Proteacidites* cf. *tenuispinosus* Sun, Zhao & He

灵峰组上段。

23, 24. *Proteacidites spiniformis* Ke & Shi

花港组上段。

25—27. *Prophilipollis* sp.

灵峰组上段。

28—29. *Triatriopollenites* sp.

花港组。

30. *Triporopollenites* sp.

海龙井组。

31, 34, 35, 39. *Anacolosidites supplingensis* (Pflug) Krutzsch

灵峰组上段。

32, 33. *Anacolosidites subtrudes* (Thomson & Pflug ex Weyland & Krieger Zaklinskaja

灵峰组上段。

36. *Anacolosidites luteoides* Cookson & Pike

灵峰组上段。

37, 38. *Anacolosidites tenuiplicus* Zaklinskaja

灵峰组上段。

40, 41. *Anacolosidites primigensis* Zaklinskaja

灵峰组上段。

42. *Anacolosidites pseudoefflatus* Krutzsch

灵峰组上段。

图 版 20

1. *Corsinipollenites* sp.

三潭组。

2. *Corsinipollenites* sp.

灵峰组上段。

3. *Corsinipollenites triangulus* (Zaklinskaja) Ke & Shi

三潭组。

4. *Corsinipollenites ludwigioides* Krutzsch

玉泉组。

5. *Propylipollis* sp.

玉泉组。

6. *Chenopodipollis microporatus* (Nakoman) Liu

玉泉组。

7. *Chenopodipollis minor* Song

三潭组。

8. *Persicariapollis franconicus* Krutzsch

三潭组。

9,10. *Persicarioipollis welzowense* Krutzsch

三潭组。

11,13. *Liquidambarpollenites orientaliformis* Nagy

11. 玉泉组下段；13. 玉泉组上段。

12. *Liquidambarpollenites* sp.

平湖组。

14. *Persicarioipollis juvenalis* Guan

玉泉组。

15,16. *Liquidambarpollenites minutus* Ke & Shi

海龙井组—玉泉组。

17—20. *Liquidambarpollenites stigmusus* (Potonie) Raatz

海龙井组。

21,22. *Liquidambarpollenites* cf. *pachydermus* Ke & Shi

花港组、海龙井组。

23,24. *Liquidambarpollenites styracifluoflua formis* Ke & Shi

23. 海龙井组；24. 玉泉组。

25—28. *Liquidambarpollenites pauciporus* (sp. nov.)

玉泉组。

29. *Tetraporopollenites* sp.

灵峰组上段。

30. *Pistacia* sp.

海龙井组。

图 版 21

1—7,24. *Sporotrapoidites weiheensis* (Sun & Fan) Guan

三潭组。

8—13,23. *Sporotrapoidites medius* Guan

玉泉组。

14—16. *Sporotrapoldites*? *rotundiporus* (sp. nov.)

玉泉组。

17,18. *Sporotrapoldites minor* Guan

玉泉组。

19. *Sporotrapoidites*? sp.

海龙井组。

20. *Sporotrapoidites* sp.

玉泉组。

21,22. *Sporotrapoidites*? *crassipolaris* (sp. nov.)

三潭组。

图 版 22

1. *Sporotrapoidites minor* Guan

玉泉组下段。

2,4,7. *Sporotrapoidites Weiheensis* (Sun & Fan) Guan.
玉泉组。

8,8. *Rewesiapollis triangulus* (Mamczar) Krutzsch
三潭组下段。

5,6. *Florshuetzia levipoli* Germeraad, Hopping & Muller
海龙井组—玉泉组。

9,10. *Alyxiaepollenites granimarginalis* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

11—14. *Alyxiaepollenites tymponiformis* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

15—21,23. *Alyxiaepollenites tuberporatus* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

22. *Alyxiaepollenites subequatorporatus* (sp. nov.)
灵峰组上段。

图 版 23

1,2,9. *Alyxiaepollenites subequatorporatus* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

3—5,7,10. *Alyxiaepollenites tuberporatus* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

6. *Alyxiaepollenites granimarginalis* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

8. *Alyxiaepollenites tymponiformis* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

11—18. *Alyxiaepollenites papillatus* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

图 版 24

1—6. *Alyxiaepollenites papillatus* (gen. et sp. nov.)
灵峰组上段。

7,9—11. *Echitriporites annularis* (sp. nov.)
灵峰组上段。

8. *Echitriporites trianguliformis* van Hoeken-Klikenberg
灵峰组上段。

12,13,16. *Echistephanoporites polyedricus* (sp. nov.)
灵峰组上段。

14—15,17—19. *Echistephanoporites obscurus* Muller
灵峰组上段。

20,21. *Echistephanoporites oblongus* (sp. nov.)
灵峰组上段。

22,23. *Echiporiporites scabridus* (sp. nov.)
灵峰组下段。

24. *Trioites* sp.

灵峰组下段。

25. *Trioites* sp.

海龙井组。

26. *Polyporopollenites* sp.

灵峰组上段。

27. *Retimultiporopollenites minor* Guan

三滩组。

28. *Palmaepollenites communis* Sah & Dutta

灵峰组下段。

29. *Palmaepollenites* sp.

灵峰组上段。

30. *Liliacidites* sp. 1

灵峰组下段。

31. *Liliacidites* sp. 2

灵峰组上段。

32. *Liliacidites* sp. 3

灵峰组上段。

33. *Liliacidites* sp. 4

灵峰组上段。

34—38,40. *Calamipollenites calamides* (gen. et sp. nov.)

灵峰组上段。

39. Liliacidites sp. 5

灵峰组下段。

图 版 25

1. *Salixipollenites* sp.

灵峰组上段。

2. *Salixipollenites major* Ke & Shi

灵峰组上段。

3. *Salixipollenites elegans* Sung & Tsao

灵峰组下段。

4,7. *Salixipollenites* cf. *pseudoporites* Sung & Tsao

4. 灵峰组下段；7. 玉泉组。

5. *Salixipollenites trochuensis* Srivastava

灵峰组上段。

6. *Salixipollenites discoloripites* (Wodehouse) Srivastava

灵峰组。

8. *Cupuliferoidaepollenites quisqualis* (Potonie) Potonie

花港组。

9—12. *Cupuliferoipollenites pusillus* (Potonie) Potonie

9. 玉泉组；10—12 灵峰组。

13—15. *Cupuliferoipollenites fusus* (Potonie) Song & Zheng

13,14. 灵峰上段；15. 玉泉组。

16—20. *Cupuliferoipollenites oviformis* (Potonie) Potonie

灵峰组。

21—29. *Cupuliferoipollenites crassimarginalis* (sp. nov.)

灵峰组。

30,37. *Faguspollenites longicolpus* Ke & Shi

30. 灵峰组上段；37. 玉泉组下段。

31. *Faguspollenites mediocris* Zheng

三潭组。

32. *Faguspollenites* sp.

东海群。

33—35. *Quercoidites granopollenites* (Rouse) (comb nov)

海龙井组。

36. *Quercoidites* sp.

灵峰组下段。

38. *Quercoidites* sp.

灵峰组下段。

39—41. *Quercoidites* cf. *densus* (Pf.) Song & Zheng

39. 平湖组；40. 花港组；41. 三潭组。

42,43,54—57. *Quercoidites asper* (Thomson & pflug) Sung & Zheng

42,54,55.玉泉组；43.平湖组；56,57.灵峰组上段。

44—48. *Quercoidites microhenrici* (Potonie) Potonie

44. 灵峰组；46,47. 平湖组；45. 海龙井组。

49—51. *Quercoidites minutus* (Zakl.) Ke & Shi

50,51. 平湖组；49. 海龙井组。

52,53. *Quercoidites* cf. *rotundus* (Zaklinskaja) Ke & Shi

52. 平湖组；53. 玉泉组。

58,59. *Quercoidites yuqianensis* (sp. nov.)

玉泉组。

60. *Quercoidites* sp.

灵峰组下段。

61. *Quercoidites henrici* (Potonie) Potonie, Thomson & Thiergart

灵峰组上段。

62—64. *Quercoidites* cf. *granopollenites* (Rouse) (comb. nov.)

62,64. 灵峰组上段；63. 海龙井组。

65,66. *Eucommiaceoipollenites minor* (gen. et. sp. nov.)

灵峰组下段。

67,68. *Spinizonocolpites minor* (sp. nov.)

灵峰组下段。

69. *Spinizonocolpites granulatus* (sp. nov.)

灵峰组。

图 版 26

1,4. *Spinizonocolpites* cf. *baculatus* Muller

灵峰组。

2,3. *Spinizonocolpites granulatus* (sp. nov.)

灵峰组。

5. *Spinizonocolpites* sp.

灵峰组上段。

6—10. *Operculumpollis operculatus* Sun, Kong & Li

平湖组—海龙井组。

11—13. *Ranunculacidites hailongjingensis* (sp. nov.)

海龙井组。

14. *Ranunculacidites* sp.

玉泉组。

15. *Magnolipollis* sp.

三潭组。

16—19. *Eucommiaceoipollenites eucommides* (gen. et sp. nov.)

灵峰组上段。

20. *Eucommiaceoipellenites minor* (gen. et sp. nov.)

灵峰组下段。

21—24. *Platanoidites palaeocenicus* (sp. nov.)

灵峰组。

25,26,28,29. *Margocolporites* cf. *stenosus* Ke & Shi

灵峰组。

27. *Margocolporites stenosus* Ke & Shi

灵峰组。

30. *Margocolporites hexalobus* Zhou

玉泉组上段。

31. *Margocolporites* cf. *hexalobus* Zhou

玉泉组。

图 版 27

1. *Margocolporites* cf. *hexalobus* Zhou

玉泉组。

2. *Margocolporites hexalobus* Zhou

玉泉组上段。

3. *Margocolporites* sp.

玉泉组。

4,5. *Margocolporites minimus* (sp. nov.)

平湖组。

6. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

7—9. *Tricolporopollenites caraganoides* Zhou

海龙井组。

10,11. *Tricolporopollenites* cf. *caraganoides* Zhou

海龙井组。

12. *Nitraripollis fusiformis* Xi & Sun

三潭组。

13. *Rutaceoipollis crytoporus* Zheng

海龙井组。

14,17—19. *Rutaceoipollis citrusaeformis* Zheng

玉泉组。

15,16,20—22,25. *Rutaceoipollis ovatus* Song & Cao

15,16.平湖组；20—22. 玉泉组；25. 海龙井组。

23,24. *Rutaceoipollis parviporus* Zheng

玉泉组。

26—29,46,47. *Rutaceoipollis zoniporus* Zheng

玉泉组。

30,31,42. *Rutaceoipollis scabratus* (sp. nov.)

30. 平湖组；31,42. 灵峰组上段。

32—34. *Rutaceoipollenites paraarchiacus* (sp. nov.)

灵峰组。

35,36. *Rutaceoipollenites ellipticus* (sp. nov.)

灵峰组下段。

37. *Rutaceoipollenites* sp.

灵峰组上段。

38,39. *Rutaceoipollenites dubius* (sp. nov.)

38. 灵峰组上段。39. 玉泉组。

40. *Rutaceoipollenites* sp.

灵峰组上段。

41. *Rutaceoipollenites* sp.

灵峰组上段。

43—45. *Rutaceoipollenites crassimarginis* (sp. nov.)

灵峰组下段。

图 版 28

1. *Ilexpollenites* cf. *margaritatus* (Potonie) Raatz

平湖组。

2. *Rutaceoipollenites* sp.

灵峰组上段。

3—5. *Meliaceoidites orbicularis* (sp. nov.)

玉泉组。

6. *Meliaceoidites* sp.

玉泉组。

7,10,11,18—22. *Euphorbiacidites formosus* Zheng

7. 海龙井组；10—11,18,22. 玉泉组。

8,9,34. *Euphorbiacidites pacatus* (Pflug) Ye

灵峰组上段。

12. *Euphorbiacidites wallensensis* Li, Sung & Li

灵峰组下段。

13,14. *Euphorbiacidites marcodurensis* (Pflug & Thomson) Zheng

玉泉组。

15—17. *Euphorbiacidites reticulatus* Li, Sung & Li

玉泉组。

23. *Acalyphaepollenites gibbulosus* (sp. nov.)

灵峰组下段。

24—26 *Acalyphaepollenites acalyphoides* (sp. nov.)

灵峰组下段。

27. *Fraxinoipollenites* sp.

平湖组。

28. *Rhoipites protensus* (Takahashi) Zheng

平湖组。

29,30. *Rhoipites donghaiensis* (sp. nov.)

灵峰组上段。

31. *Rhoipites rhomboius* Wang

灵峰组下段。

32. *Rhoipites pseudodolium* Song & Zheng

灵峰组。

33. *Rhoipites villensis* (Thomson) Song & Zheng

灵峰组上段。

35—38,42. *Cyrillaceaepsllenites megaexactus* (Potonie) Potonie

35,36,42.海龙井组；37,38.三潭组。

39—41,43. *Cyrillaceaepollenites miniporus* Zheng

平湖组—海龙井组。

44,45,47. *Ilexpollenites iliacus* (R. Potonie) Thiergart

玉泉组。

46. *Ilexpollenites* cf. *margaritatus* (R. Potonie) Raatz

灵峰组上段。

48. *Ilexpollenites margaritatus* (Potonie) Raatz

灵峰组。

49. *Ilexpollenites microiliacus* (Pflug & Thomson) Ke & Shi

玉泉组。

50. *Aceripollenites* sp.

海龙井组。

图 版 29

1. *Ilexpollenites* sp.

平湖组。

2. *Aceripollenites aceroides* (Ke & Shi) Song

玉泉组。

3 *Aceripollenites striatus*(Pflug)Thiele-Pfreiffer

玉泉组下段。

4,5 *Cupanieidites echinulatus* (sp. nov.)

灵峰组。

6—8. *Tiliaepollenites granulatus* (sp. nov.)

灵峰组下段。

9,10. *Tiliaepollenites lingfengensis* (sp. nov.)

灵峰组。

11,12,21,24—26. *Tiliaepollenites retigranulatus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

13—15. *Tiliaepollenites paradoxus* (sp. nov.)

灵峰组。

16—18. *Tiliaepollenites rugulosus* (sp. nov.)

16,18. 灵峰组上段；17. 灵峰组下段。

19. *Tiliaepollenites* cf. *pseudostructus* (Mai)·Ke & Shi

灵峰组下段。

20. *Tiliaepollenites* cf. *microreticulatus* (Mai) Ke & Shi

灵峰组上段。

22. *Tiliaepollenites pseudoinstructus* (Mai) Ke et Shi

灵峰组下段。

23. *Tiliaepollenites cordataeformis* (Wolff) Ke & Shi

灵峰组上段。

27. *Tiliaepollenites instructus* Potonie

玉泉组下段。

28,29. *Tiliaepollenites* cf. *instructus* Potonie

海龙井组—玉泉组。

30. *Tiliaepollenites microreticulatus* (Mai) Ke & Shi

海龙井组下段。

31. *Elaeagnacites huanghuaensis* Ke & Shi

海龙井组。

32,34. *Tiliaepollenites* cf. *indubitabilis* R. Potonie

海龙井组。

33. *Tiliaepollenites minimus* (Mai) Ke & Shi

花港组。

35. *Elaeagnacites firmus* Zheng

玉泉组下段。

图 版 30

1. *Elaeagnacites laevigatus* Ke & Shi

玉泉组。

2. *Sapindaceidites triangulus* Wang

灵峰组上段。

3,25. *Nyssapollenites puercoensis* (Anderson) Drugg

灵峰组上段。

4,6,14. *Nyssapollenites pseudolaesus* R. Potonie

4.玉泉组上段；6. 灵峰组上段。

5,24. *Nyssapollenites* cf. *sinensiformis* Ke & Shi

5. 玉泉组；24. 灵峰组下段。

7,8,15. *Nyssapollenites reticulatus* Zheng

平湖组—玉泉组。

9—11. *Nyssapollenites tripetalus* (sp. nov.)

花港组。

12. *Nyssapollenites* sp.

花港组。

13. *Nyssapollenites* sp.

三潭组。

16—23,36—40. *Nyssapollenites* cf. *pseudodilaesus* Potonie

灵峰组。

26,27. *Nyssapollenites contortus* (Pflug & Thomson) (comb. nov.)

灵峰组上段。

28—31,35. *Nyssapollenites commixtus* (sp. nov.)

灵峰组。

32—34. *Nyssapollenites oviformis* (sp. nov.)

灵峰组。

41—45. *Nyssapollenites triangulus* (sp. nov.)

灵峰组。

46,47. *Nyssapollenites longicolpus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

图 版 31

1—6,18,19. *Nyssapollenites oviformis* (sp. nov.)

灵峰组。

7. *Nyssapollenites puercoensis* (Anderson) Drugg

灵峰组上段。

8—11. *Nyssapollenites olivtformis* (sp. nov.)

灵峰组。

12,13,15—17. *Nyssapollenites minimus* (sp. nov.)

灵峰组。

14. *Nyssapollenites* cf. *pseudolaesus* Potonie

灵峰组。

20,21. *Nyssapollenites contortus* (Pflug & Thomson) (comb. nov.)

灵峰组上段。

22,23. *Nyssapollenites promptus* (sp. nov.)

海龙井组上段。

24,25. *Nyssapollenites* sp.

灵峰组上段。

26. *Nyssapollenites analepticus* Potonie

灵峰组。

27—30. *Myrtaceidites communis* Wang

灵峰组下段。

31. *Hydrocotaepites pechydermus* (Sun & al.) Zheng

玉泉组。

32. *Symplocoipollenites vestibulum* (R. Potonie) Potonie

花港组。

33,40. *Symplocoipollenites* cf. *vestibulum* (R. Potonie) Potonie

三潭组。

34—36. *Symplocoipollenites latiporus* (Thomson & pflug) Zheng

玉泉组。

37,38. *Symplocoipollenites orientalis* Zheng

玉泉组。

39. *Symplocoipollenites orbiformis* (Thomson & Pflug) Zheng

玉泉组下段。

41. *Umbelliferaepites hupleurumiformis* Zheng

三潭组下段。

42,43. *Fraxinoipollenites linquapollenites* (Rouse) (comb. nov.)

灵峰组下段。

44—46. *Oleoidearumpollenites minor* sp. nov.

44,45玉泉组；46.花港组。

47. *Frixinoipollenites pudicus* (Potonie) Potonie

玉泉组。

48,49. *Oleoidearumpollenites reticulatus* Nagy

玉泉组下段。

50,51. *Fupingopollenites wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu

50.玉泉组下段；51.玉泉组。

52. *Labitricolpites stenosus* Ke & Shi

平湖组。

图 版 32

1,2. *Labitricolpites scabiosus* Ke & Shi

1.玉泉组下段；2.海龙井组上段。

3—6. *Labitricolpites minor* Ke & Shi

花港组—海龙井组。

7. *Nymphoideipites* sp.

三潭组。

8,12,13. *Lonicerapollis gallwitzii* Krutzsch

8.玉泉组下段；12,13.玉泉组。

9. *Lonicerapollis tenuipolaris* Ke & Shi

海龙井组上段。

10,11,15. *Loniceraepollis simplex* Song & Zheng

灵峰组。

14. *Loniceraepollis intrabaculus* Song & Zheng

灵峰组。

16. *Loniceraepollis granulatus* Ke & Shi

灵峰组上段。

17,18. *Loniceraepollis varus* Zheng

海龙井组上段。

19. *Loniceraepollis echinatus* Song & Zheng

海龙井组。

20,27. *Ericipites ericius* Potonie

20. 海龙井组上段；27.三潭组上段。

21—24. *Ericipites callidus* (Pot.) Drugg

21,23.三潭组；22,24.灵峰组。

25,26,28. *Ericipites* cf. *crystallus* (Potonie) Krutzsch

灵峰组上段。

29. *Peltandripites* sp.

灵峰组上段。

30. *Tubulifloridites minimus* Song

三潭组。

31. *Echitricolporites* sp.

灵峰组上段。

32. *Artemisiaepollenites sellularis* Nagy

三潭组。

33. *Artemisiaepollenites minor* Song

三潭组。

图 版 33

1,2,9,10. *Gothanipollis bassensis* Stover

平湖组—花港组。

3,8. *Gothanipollis longjingensis* Zheng

3.平湖组；8.海龙井组。

4—6. *Gothanipollis* cf. *bassensis* Stover

平湖组—花港组。

7.? *Gothanipollis* sp.

灵峰组下段。

11. *Syncolporites* sp.

灵峰组上段。

12. *Triatriopollenites* sp.

灵峰组下段。

13. *Peltandripites* sp.

灵峰组上段。

14,15. *Triporopollenites* cf. *nactonodus* Zhao & al.

灵峰组下段。

16. *Pistillipollenites* sp.

灵峰组下段。

17—18. *Pistillipollenites fungiformis* (sp. nov.)

灵峰组上段。

19,20. *Pistillipollenites macgregorii* Rouse

灵峰组上段。

21. *Cranwellis strixta* (Couper) Srivastava

灵峰组上段。

22—32. *Donghaipollis typicus* (gen. et sp. nov.)

灵峰组。

33—35. *Donghaipollis raretyloles* (gen. et sp. nov.)

灵峰组。

36. *Triporopollenites* sp.

灵峰组下段。

37. *Nudopollis terminalis* Pflug

灵峰组上段。

38. *Subtriporopollenites* sp.

灵峰组下段。

39,40. *Lingfengpollis crassicorrugus* (gen. et sp. nov.)

灵峰组下段。

41. *Periporopollenites* sp.

灵峰组下段。

42. *Triporopollenites* sp.

灵峰组下段。

43,44. *Triporopollenites nactonodus* Zhao & al.

灵峰组上段。

45. *Tricolpites* sp.

玉泉组。

46. *Polyporopollenites* sp.

灵峰组上段。

47a,b.? *Projectoporites* sp.

灵峰组上段。

48,49. *Aquilapollenites spinulosus* Funkhouser

灵峰组下段。

图 版 34

1—5. *Tricolporopollenites polagibbus* (sp. nov.)

花港组。

6. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

7,9. *Ranunculacidites* sp.

玉泉组。

8,12. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组。

10—11,14. *Tricolporites* spp.

10—11.玉泉组；14.平湖组。

13. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

15. *Symplocoipollenites* cf. *vestibulum* (Potonie) Potonie

三潭组。

16,17. *Brevicolporites* spp.

灵峰组。

18. *Nyssapollenites triangulus* (sp. nov.)

灵峰组。

19. *Trudopollis akesuensis* Zhao & al.

灵峰组下段。

20,21. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组。

22,23. *Tricolporites* spp.

22.平湖组；23.灵峰组下段。

24. *Talisiipites* sp.

平湖组。

25. *Myrtaceidites* cf. *cajupitiformis* (Zaklinskaja) Zhou

灵峰组下段。

26. *Cyrillaceaepollenites miniporus* Zheng

海龙井组。

27. *Tricolporites* sp.

三潭组。

28—35,42—45. *Lingfengpollis corrugatus* (gen. et sp. nov.)

灵峰组下段。

36—41. *Lingfengpollis major* (gen. & sp. nov.)

灵峰组下段。

46,47. *Lingfengpollis acutiusculus* (gen. et sp. nov.)

灵峰组。

48—50. *Tricolpopollenites* spp.

48.灵峰组下段；49,50.灵峰组上段。

51. *Tricolpites reticulatus* Couper

灵峰组上段。

图 版 35

1—2. *Tricolpites* spp.

灵峰组上段—瓯江组。

3. *Aceripollenites reticulatus* Nagy

灵峰组上段。

4—5,8—10. *Tricolpites pinghuensis* (sp. nov.)

平湖组。

6,7,11. *Tricolpites* spp.

6,7.灵峰组；11.灵峰组上段。

12,13. *Tricolpites microreticulatus* Song & Zhu

玉泉组。

14. *Tricolpopollenites* sp.

灵峰组。

15,16. *Tricolpites pachyexinus* Couper

三潭组。

17. *Tricolpites* sp.

灵峰组。

18. *Tricolpopollenites* sp.

灵峰组下段。

19,20. *Fraxinoipollenites reticulatus* Ke & Shi

玉泉组上段。

21. *Tricolpites* cf. *magnus* Song

玉泉组，

22—27. *Tricolpopollenites* spp.

22.三潭组；23—24,26—27.灵峰组下段；25.平湖组。

28—31,40. *Tricolpopollenites flabellilobatus* (sp. nov.)

灵峰组。

32. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

33—37. *Tricolpopollenites margaritaceus* (sp. nov.)

灵峰组。

38,39. *Tricolpopollenites* spp.

38.灵峰组上段；39.海龙井组。

41—44. *Tricolpopollenites megagranulatus* (sp. nov.)

灵峰组上段。

45,46. *Tricolpopollenites mollis* Wang

玉泉组。

图 版 36

1. *Palmaepollenites* sp.

灵峰组下段。

2. *Tricolpites* cf. *aquifoliaceaeformis* (Biswas) Zhu

灵峰组上段。

3. *Rutaceoipollis* cf. *jiandingshanensis* Zhu

灵峰组上段。

4—6. *Fraxinoipollenites minutus* (sp. nov.)

4,6.灵峰组上段；5.玉泉组。

7—9. *Tricolpopollenites linearis* (sp. nov.)

灵峰组下段。

10. *Retitricolpites matauraensis* (Couper) Song & Zheng

平湖组。

11. *Tricolpopollenites* sp.

灵峰组下段。

12. *Tricolpopollenites* sp.

花港组，

13. *Retitricolpites geogensis* Brenner

花港组。

14. *Tricolporopollenites eschweiterensis* Thomson & Pflug

灵峰组上段。

15. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

16. *Retitricolpopollenites* sp.

瓯江组上段。

17. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

18. *Tricolporopollenites satzveyensis* Thomson & Pflug

灵峰组下段。

19. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组上段。

20,21. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组下段。

2—25,31. *Tricolporopollenites* spp.

22.玉泉组下段；23—24.平湖组—花港组；25,31.灵峰组下段。

26. *Rhoipites* sp.

灵峰组下段。

27. *Rhoipites rhomboius* Wang

灵峰组下段。

28. *Rhoipites microlumiurs* Kromp

灵峰组上段。

29a,b. *Retitricolporites* sp.

灵峰组下段。

30. *Rutaceoipollenites parvus* Sun & He

灵峰组上段。

32—34. *Tricolporopollenites maesaformis*(sp. nov.)

灵峰组下段。

35. *Quercoidites* sp.

灵峰组上段。

36—38. *Tricolporopollenites* spp.

36,37、灵峰组上段；38.玉泉组。

图 版 37

1,2. *Retitricolporites* sp.

灵峰组下段。

3,4. *Tricolporopollenites micropachydermus* (sp. nov.)

灵峰组下段。

5. *Tricolporopollenites* sp.

灵峰组下段。

6—8. *Tricolporopollenites microtropiformis* (sp. nov.)

灵峰组下段。

9—12. *Tricolporopollenites hailongjingensis* (sp. nov.)

海龙井组。

13—15,29. *Tricolporopollenites longiporus* (sp. nov.)

海龙井组。

16—18. *Araliaceoipollenites euphorii* Potonie

海龙井组。

19. *Quercoidites rotundus* (Zaklinskaja) Ke & Shi

海龙井组。

20,21. *Retitricolporites megaporus* (sp. nov)

灵峰组上段。

26—27. *Tricolporopollenites* spp.

22.灵峰组下段；25—27.灵峰组上段；23.花港组；24.三潭组。

28. *Trilobapollis ellipticus* Sun, Kung & Li

花港组上段。

30. *Tetracolporopollenites* sp.

灵峰组下段。

31. *Rutaceoipollis zoniporus* Zheng

玉泉组。

32. *Rhoipites pseudodolium* (Potonie) Potonie

灵峰组下段。

33—35. *Tricolporopollenites* spp.

33,35、灵峰组下段；34、灵峰组上段。

36—38. *Tricolporopollenites eschweilerensis* Thomson & Pflug

灵峰组下段。

39. *Tetracolporites* sp.

瓯江组上段。

40. *Tetracolpites* sp.

灵峰组上段。

41. *Stephanocolpites* cf. *granulatus* Zhou

花港组。

42. *Tetracolpites* sp.

灵峰组上段。

43. *Tetracolporites* sp.

灵峰组上段。

44. *Tetracolpopollenites* sp.

花港组。

45—50. *Tetracolporopollenites brevicolpus* (sp. nov.)

花港组。

51. *Stephanocolpites* sp.

灵峰组下段。

52. *Nanlinpollis rhombiformis* Sun & He

灵峰组上段。

53. *Nanlinpollis longus* Sun & He

灵峰组下段。

沟 鞭 藻

（正型标本均保存在中国地质科学院地质研究所；除注明者外，均放大500倍）

图 版 38

1. *Cordosphaeridium* cf. *inodes* (Klumpp) Eisenack 1963

灵峰组。

2,3. *Fibrocysta paleocenica* (sp. nov.)

3.正型标本，玻片号：Li—2196 (二)，灵峰组。

4. *Deflandrea* sp.

灵峰组。

5. *Wetzeliella* cf. *astra* Costa et al., 1978

灵峰组。

6. *Hystrichokolpema* cf. *rigaudiae* Deflandre & Cookson, 1955

灵峰组，×800。

7. *Trithyrodinium evittii* Drugg, 1967

灵峰组。

8. *Isabelidinium* cf. *pellucidum* (Cookson & Eisenack) Lentin & Williams 1977

灵峰组。

9—10. *Ascodinium lingfengense* (sp. nov.)

10.正型标本，玻片号：Li8j，灵峰组。

11. *Senoniasphaera* cf. *inornata* (Drugg) Stover & Evitt, 1978

灵峰组。

12,13. *Ascodinium orbiculatum* (sp. nov.)

12.正型标本，玻片号：Li8j，灵峰组。

14. *Aptеodinium granulatum* Eisenack 1958

灵峰组。

15. *Baltisphaeridium* sp.

灵峰组。

16. *Spiniferites katatonos* Corradinii, 1972

灵峰组。

17. *Cleistosphaeridium* sp.

灵峰组。

18,19. *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Loeblich & Loeblich, 1966

灵峰组。

图 版 39

1,4. *Schematophora speciosa* Deflandre & Cookson, 1955 emend. Stover, 1975

瓯江组中部。

2. *Renidinium* sp.

瓯江组上部。

3,3a. *Pentadinium* cf. *polypodum* Edwards 1982

瓯江组中部。

5,6,8. *Samlandia spongia* (sp. nov.)

6.正型标本，玻片号：Cn22(三)，瓯江组中部。

7,14,16. *Cribroperidinium* spp.

瓯江组中下部。

9. *Fibrocysta* sp.

瓯江组下部。

10,12. *Aptexdinium nanhaicum* He & Li, 1980

瓯江组中下部。

11. *Apteodinium* cf. *maculatum* Eisenack & Cookson, 1960

平湖组。

13. *Cribroperidinium?granomembranaceum* (Matsuoka) Lentin & Williams, 1985

瓯江组下部。

15. *Cribroperidinium* cf. *giuseppei* (Morgenroth) Helenes, 1984

瓯江组下部。

图 版 40

1. *Fibrocysta radiata* (Morgenroth) Stover & Evitt, 1978

瓯江组中部。

2,4,4a,5,11. *Fibrocysta donghaiense* (sp. nov.)

2.正型标本，玻片号：FL33y，瓯江组下部。

3. *Amphorosphaeridium* sp.

瓯江组下部。

6—10. *Fibrocysta mutabilis* (sp. nov.)

6.正型标本，玻片号：FL33l，瓯江组下部。

12. *Fibrocysta* sp.

瓯江组下部。

图 版 41

1,2,9. *Areoligera* cf. *senonensis* Lejeune-Carpentier, 1938

瓯江组下部。

3,7. *Areoligera medusettiformis* (Wetzel) Lejeune-Carpentier, 1938
瓯江组中部。

4. *Gerdiocysta cassisula* (Drugg) Liengjaiem et al. 1980
瓯江组上部。

5. *Schematophora speciosa* Deflandre & Cookson, 1955 emend. Stover, 1975
瓯江组下部。

6,8. *Areoligera* cf. *sentosa* Eaton, 1976
瓯江组中下部。

10. *Thalassiphora* sp.
瓯江组上部。

11. *Phthanoperidinium multispinum* Bujak, 1980
瓯江组中部。

12. *Phthanoperidinium amoenum* Drugg & Loeblich 1967
瓯江组中部。

13. *Turbiosphaera galatea* Eaton, 1976
瓯江组下部。

图 版 42

1,5. *Thalassiphora pelagica* (Eisenack) Eisenack & Gocht 1960
瓯江组中部。

2. *Areoligera undulata* Eaton, 1976
瓯江组上部。

3,6. *Thalassiphora delicata* Williams & Downie, 1966
瓯江组下部。

4,4a. *Thalassiphora* sp.
瓯江组下部。

图 版 43

1,3,6. *Thalassiphora eocenica* (sp. nov.)
3.正型标本，玻片号：Cn22(—)，瓯江组上部。

2. Indet. Dinoflagellate
平湖组。

4. *Turbiosphaera* sp.
瓯江组上部。

5. *Kallosphaeridium biornatum* Stover, 1977
瓯江组上部。

7. *Eisenackia crassitabulata* Deflandre & Cookson emend. Mclean 1973
瓯江组。

8. *Kiokansium* sp.
瓯江组中部。

9. *Chiropteridium mespilanum* (Maier) Lentin & Williams, 1973

瓯江组中下部。

10,11. *Impletosphaeridium kroemmelbeinii* Morgenroth, 1966

瓯江组中上部。

12. *Impletosphaeridium luxurium* Eaton, 1976

瓯江组中上部。

图 版 44

1,4,5,8. *Cordosphaeridium inodes* (Klumpp) Eisenack 1963 emend. Morgenroth 1968

瓯江组中下部。

2. *?Membranilarnacia* sp.

瓯江组中部。

3. *Impagidinium* sp.

瓯江组中部。

6. *Achilleodinium* sp.

瓯江组下部。

7. *Cordosphaeridium gracilis* (Eisenack) Davey & Williams, 1966

瓯江组下部。

9,12. *Achilleodinium biformoides* (Eisenack) Eaton 1976

瓯江组中下部。

10. *Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey & Williams, 1966

瓯江组中部。

11,13. *Cordosphaeridium* cf. *gracilis* (Eisenack) Davey & Williams, 1966

瓯江组中下部。

图 版 45

1. *Cordosphaeridium gracilis* (Eisenack) Davey & Williams 1966

瓯江组下部。

2. *Cordosphaeridium exilimurum* Davey & Williams, 1966

瓯江组下部。

3. *Hystrichosphaeridium* sp.

瓯江组下部。

4. *Distatodinium* sp.

瓯江组下部。

5,8. *Distatodinium ellipticum* (Cookson) Eaton, 1976

瓯江组下部。

6,9. *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Deflandre, 1937 emend. Davey & Williams, 1966

瓯江组下部。

7,11. *Hystrichosphaeridium patulum* subsp. *major* nov.

7.正型，玻片号：Fb331。瓯江组下部。

10. *Amphorosphaeridium?multispinosum* (Davey & Williams) Sarjeant, 1981

瓯江组中部。

图 版 46

1. *Impletosphaeridium implicatum* Morgenroth 1966
   瓯江组上部。
2. *Hystrichosphaeridium* cf. *salpingophorum* Deflandre, 1935 emend. Davey & Williams, 1966
   瓯江组下部。

3,9. *Homotryblium plectilum* Drugg & Loeblich, 1967
   瓯江组下部。

4. *Hystrichosphaeridium tubiferum* subsp. *brevispinum* (Davey & Williams) Lentin & williams, 1973
   瓯江组下部。

5. *Homotryblium pallidum* Davey & Williams, 1966
   瓯江组下部。

6. *Homotryblium* cf. *oceanicum* Eaton, 1976
   瓯江组下部。

7. *Hystrichokolpoma szlacia* Eaton subsp. *bifurcata* nov.
   正型，玻片号：D46e，平湖组。

8. *Homotryblium tenuispinosum* Davey & Williams, 1966
   瓯江组下部。

10. *Areosphaeridium* sp.
    瓯江组下部。

11. *Areoligera* sp.
    瓯江组中部。

12. *Glayphyrocysta exuberans* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 1978
    瓯江组下部。

13. *Cleistosphaeridium* sp.
    瓯江组下部。

图 版 47

1—3. *Homotryblium* cf. *oceanicum* Eaton, 1976
   瓯江组下部。

4,6. *Homotryblium oceanicum* Eaton, 1976
   瓯江组下部。

5. *Homotryblium pallidum* Davey & Williams, 1966
   瓯江组。

7—10, 12, 15—17. *Homotryblium oujiangense* (sp. nov.)
   7.正型标本，玻片号：F133m。瓯江组下部。

11,14. *Homotryblium pallidum* subsp. *variabilis* nov.
   11.正型标本，玻片号：FL33p。瓯江组下部。

13. *Homotryblium abbreviatum* Eaton, 1976
    瓯江组。

图 版 48

1. *Homotryblium plectilum* Drugg & Loeblich, 1967
瓯江组下部。

2—4. *Homotryblium tenuispinosum* Davey & Williams, 1966
瓯江组中下部。

5. *Hystrichosphaeridium* sp.
瓯江组中上部。

6. *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Loeblich & Loeblich, 1966
瓯江组下部。

7. *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre & Cookson) Wall, 1967
瓯江组中部，×1000。

8,12. *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson) Wall, 1967
瓯江组中下部。

9. *Homotryblium abbreviatum* Eaton, 1976
瓯江组下部。

10,11,15. *Diphyes colligerum* (Deflandre & Cookson) Cookson, 1965 emend. Davey & Williams, 1966
瓯江组中下部。

13. *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams, 1966 emend. Bujak et al., 1980
瓯江组下部。

14. *Spiniferites bentorii* subsp. *truncatus* (Rossignol) Lentin & Williams, 1973
瓯江组中部。

16. *Coronifera* cf. *oceanica* Cookson & Eisenack, 1958 emend. May, 1980
瓯江组下部。

17. *Achomosphaera* sp.
瓯江组中部。

图 版 49

1,9. *Adnatosphaeridium vittatum* Williams & Downie 1966
瓯江组下部。

2,3. *Glaphyrocysta pastielsi* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 1978
瓯江组下部。

4. *Glaphyrocysta divaricata* (Williams & Downie) Stover & Evitt, 1978
瓯江组中部。

5,8,10. *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams & Downie, 1966
瓯江组下部。

6,7. *Adnatosphaeridium reticulense* (Pastiels) De Coninck, 1969
瓯江组下部。

图 版 50

1. *Glaphyrocysta* sp.

瓯江组中下部。

2,10—12. *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams & Downie, 1966

瓯江组下部。

3,6. *Glaphyrocysta pastielsi* (Deflandre & Cookson) Stover & Evitt, 1978

瓯江组下部。

4. *Phthanoperidinium multispinum* Bujak, 1980

瓯江组下部。

5. *Pterospermopsis australiensis* Deflandre & Cookson 1955

瓯江组中部。

7,9. *Adnatosphaeridium williamsii* Islam, 1983

瓯江组下部。

8. *Phthanoperidinium* sp.

瓯江组下部。

图 版 51

1. *Batiacasphaera explanata* (Bujak) Islam, 1983

瓯江组上部。

2. *Pentadinium* sp.

瓯江组上部。

3. *Spiniferites* sp.

瓯江组中下部。

4. *Hystrichokolpoma salacia* Eaton, 1976

瓯江组下部。

5,15,16,19. *Phthanoperidinium multispinum* Bujak, 1980

瓯江组。

6. *Batiacasphaera micropapillata* Stover, 1977

瓯江组上部。

7. *Ellipsodinium* sp.

瓯江组中部。

8,9. *Cleistosphaeridium bulbum* (sp. nov.)

8.正型标本，玻片号：Li6D。瓯江组中部。

10. *Lejeunecysta* sp.

瓯江组中部。

11. *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* (Morgenroth) Bujak et al. 1980

瓯江组中部。

12. *Spiniferites monilis* (Davey & Williams) Sarjeant emend. Eaton, 1976

瓯江组下部。

13,14. *Phthanoperidinium geminatum* Bujak, 1980

瓯江组。

17. *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* (Wetzel) Below, 1981

瓯江组中下部。

18. *Micrhystridium* sp.

瓯江组下部。

20. *Hystrichokolpoma granulata* Eaton, 1976
瓯江组中下部。

21,23. *Cyclopsiella minor* (sp. nov.)
23.正型，玻片号：FL33(2)。瓯江组下部。

22. *Phthanoperidinium echinatum* Eaton, 1976
瓯江组。

24. *Cyclopsiella granulata* He & Li, 1981
瓯江组下部。

25. *Cyclopsiella vieta* Drugg & Loeblich, 1967
瓯江组中部。

图 版 52

1,1a. *Kisselovia reticulata* (Williams & Downie) Lentin & Williams, 1976
瓯江组中下部。

2,3,6. *Kisselovia tenuivirgula* (Willimas & Downie) Lentin & Williams 1976
瓯江组中下部。

4,8. *Kisselovia coleothrypta* (Williams & Downie) Lentin & Williams 1976
瓯江组中部。

5. *Apectodinium* sp.
瓯江组中部。

7. *Kisselovia* sp.
瓯江组中部。

图 版 53

1,2,5. *Kisselovia coleothrypta* (Williams & Downie) Lentin & Williams, 1976
瓯江组中部。

3,4. *Kisselovia tenuivirgula* (Williams & Downie) Lentin & Williams 1976
瓯江组中下部。

6. *Kisselovia* sp.
瓯江组中部。

7. *Tenua* sp.
瓯江组中部。

8. *Spiniferites* sp.
瓯江组下部。

图 版 54

1,4. *Wetzeliella robosta* (sp. nov.)
1.正型标本，玻片号：Cn32(四)。瓯江组中部。

2,3. *Wetzeliella degenerata* (sp. nov.)
2.正型标本，玻片号：Cn33(一)。瓯江组中部。

5,6. *Wetzeliella ovalis* Eisenack, 1954
瓯江组中下部，×250。

7. *Wetzeliella* sp.

瓯江组中部。

8. *Comsphaeridium* sp.

瓯江组下部。

图 版 55

1,2,6. *Wetzeliella robosta* (sp. nov.)

瓯江组中部。

3. *Spiniferites* cf. *multibrevis* (Davey & Williams) Below, 1982

瓯江组下部。

4. *Wetzeliella* sp. 瓯江组中部。

5. ?*Spiniferites* sp.

瓯江组下部。

7. *Wetzeliella* cf. *lunaris* Gocht, 1969

瓯江组下部。

8,8a. *Phthanoperidinium* sp.

瓯江组。

9. *Wetzeliella lunaris* Gocht, 1969

瓯江组中部。

图 版 56

1,2. *Wetzeliella* cf. *lunaris* Gocht, 1969

瓯江组中下部。

3,5. *Wetzeliella articulata* Eisenack, 1938

瓯江组中下部。

4. *Wetzeliella abortiva* (sp. nov.)

正型标本，玻片号：Cn33(一)，瓯江组中部。

6. *Wetzeliella meckelfeldensis* Gocht, 1969

瓯江组中下部。

7,8. *Pterodinium* spp.

瓯江组中下部。

图 版 57

1—3. *Wetzeliella flexibilis* (sp. nov.)

2.正型标本，玻片号：Cn32(四)。瓯江组中下部。

4. *Wetzeliella abortiva* (sp. nov.)

瓯江组中部。

5—7. *Wetzeliella* spp.

6,7.×250。瓯江组中下部。

图 版 58

1,3. *Gochtodinium fornicalis* (sp. nov.)

1.正型标本，玻片号：Cn36(三)。瓯江组中下部。

2,5,8. *Gochtodinium triangulatum* (sp. nov.)

2.正型标本，玻片号：Cn26。瓯江组中部。

4,7. *Wetzeltella* spp.

瓯江组中下部。

6. *Rhombodinium draco* Gocht, 1955

瓯江组中部。

图 版 59

1—3. *Turbiosphaera* spp.

4. *Kallosphaeridium* sp.

5,6. *Apteodinium minimum* (sp. nov.)

6.正型标本，玻片号：N115(五)。

7,16,17. *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson) Wall, 1967

8. *Hystrichokolpoma* cf. *okinawaium* Matsuoka 1979

9,13. *Operculodinium echigoense* Matsuoka, 1983

10. *Micrhystridium* sp.

11. *Ascostomocystis* sp.

12. *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams, 1966

14. *Baltisphaeridium* sp.

15. *Spiniferites* cf. *strictus* Matsuoka, 1983

18. *Cribroperidinium* sp.

19. *Operculodinium wallii* Matsuoka, 1983

20. *Operculodinium* sp.

21. *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Loeblich & Loeblich 1966

22. *Spiniferites lenzii* Below, 1982

上述标本均产自玉泉组。

轮 藻

图 版 60

1. *Raskyaechara baxianensis* Xinlun

1a-c, 顶、侧、底视；×60；登记号：D3558。花港组中部。

2—4. *Raskyaechara pinghuensis* (sp. nov.)

正模。2a-c. 顶、侧、底视；2a. ×90, 2b, c. ×78；登记号：D9908。花港组上部。3. 侧视；×78；登记号：D5123。层位同上。4. 侧视；×78；登记号：D5122。层位同上。

5,6. *Maedlerisphaera ulmensis* (Straub) Horn af Rantzien 5a-c. 顶、侧、底视；×90；登记号：D9907。花港组上部。6. 顶视，×90；登记号：D3592。层位同上。

图 版 61

1. *Raskyaechara subcylindrica* Yang

1a-c. 顶、侧、底视；×60；登记号：D5713。玉泉组下部。

2. *Lychnothamnites yanchengensis* Huang et Xu

2a–c. 顶、侧、底视；×60；登记号：D5712。三潭组顶部。

3. *Raskyaechara yuquanensis* (*sp. nov.*)

正模；3a–c. 顶、侧、底视；3a, c. ×60；3b, ×78；登记号：D5714。玉泉组下部。

4. *Krassavinella lagenalis* (Straub) M. Feist-Castel

4a–c. 顶、侧、底视；×90，登记号：D3590。花港组上部。

5. *Sphaerochara inconspicua* (Unger) M. Feist-Castel

侧视；×90；登记号：5118。海龙井组上部。

6. *Rhbdochara stockmansi* L. Grambast

侧视，×90；登记号：D5119。花港组上部。

硅　藻

（描述的正型标本均保存在中国地质科学院地质研究所四室；图版62—64的标本出现于长江三角洲C孔，图版65—69的标本出现于冲绳海槽；标本放大倍数除注明者外均放大1000倍；除注明者外，标本均为壳面观；SEM代表扫描电镜照片）

图　版　62

1—3. *Cyclotella stylorum* Brightwell

2.（SEM），×2700；3.壳面内壁，（SEM），×2100。

4—6. *Melosira sulcata* (Ehr.) Kützing

5.（SEM），×900；6.壳环面（SEM），×2100。

7. *Coscinodiscus subconcavus* var. *tenuis* Rattray

8—11. *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg

8,9.壳面的不同焦距；10.（SEM），×1200；11.壳缘小突起局部放大（SEM），×7200。

12—13. *Coscinodiscus oculatus* Ehrenberg

图　版　63

1. *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs

2,9. *Hyalodiscus radiatus* (O'Meara) Grunow

9.壳面微细纹饰。

3—4. *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs

壳面的不同焦距。

5—8. *Actinoptychus undulata* (Bailey) Ralfs

5.（SEM），×1500；6.壳面内壁（SEM），×1500；7，8.壳面的不同焦距。

图　版　64

1—2. *Cocconeis arctica* Cleve

1.无壳缝面；2.无壳缝面（SEM），×1500。

3. *Cocconeis placentula* Ehrenberg

具壳缝面。

4. *Achnanthes crenulata* Grunow

具壳缝面。

5—6. *Trybliоptychus cocconeiformis* (Cl.) Hendey

6. (SEM), ×2100。

7—8. *Rhaphoneis surirella* (Ehr.) Grunow

8. (SEM) ×1080。

9. *Navicula* cf. *aggesta* Hustedt

10. *Diploneis crabro* f. *suspecta* (A. S.) Hustedt

11. *Diploneis bombus* Ehrenberg

12. *Actinoptychus annulatus* (Wall.) Grunow

13—14. *Dictyocha epioden* Ehrenberg

13.壳体；14. 壳体 (SEM) ×1200。

15. *Dictyocha crux* f. *parva* Bachmann & other

壳体。

16. *Chaetoceros lorenzianus* Grunow (statospore)

图 版 65

1,2. *Melosira sulcata* (Ehr.) Ktz.

标本编号：1.865-15(2)-7(24)，×800；2. 865-30(3)-6(11)。

3. *Cyclotella striata* (Ktz.) Grun.

标本编号：865-3(2)-7(4)。

4. *Cyclotella striata* var. *bipunctata* Fricke

标本编号：889-24(1)。

5. *Cyclotella stylorum* Bright.

标本编号：889-30(4)-6(8)。

6. *Coscinodiscus subconcavus* var. *tenuior* Rattray

标本编号：865-15(1)-7(9)。

7,8. *Coscinodiscus wittianus* Pant.

标本编号：7.865-23(1)-8(11)；8.889-29(1)-5(2)。

9. *Coscinodiscus* sp. cf. *Coscinodiscus kuetzingii* A. S.

标本编号：888-12(1)-5(4)。

10. *Coscinodiscus rothii* (Ehr.) Grun.

标本编号：865-3(1)-10(7)，×800。

11. *Coscinodiscus nitidus* Greg.

标本编号：889-27(2)-1(18)。

12. *Auliscus incertus* A. S.

标本编号：889-25(1)-6(7)。

13,14. *Actinocyclus ehrenbergii* var. *cressa* (A. S.) Hust.

标本编号：865-3(1)-7(11)，×800。

15. *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Bréb.) Hust.

标本编号：865-15(2)-7(5)。

16,17. *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs var. *ehrenbergii*

标本编号：865-3(1)-7(10,12)。

图 版 66

1. *Hyalodiscus stelliger* (Bailey) Mann
   标本编号：889-29(2)-5(32).
2. *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Bréb.) Hust.,
   标本编号：889-13(1)-4(19)。
3. *Actinocyclus octonarius* Ehr.,
   标本编号：865-23(2)-8(19)，×800.
4. *Actinoptychus undulatus* var. *barbadensis* Schmidt,
   标本编号：889-23(1)-8(17)，×800。
5. *Coscinodiscus oculatus* (Fauv.) Petit,
   标本编号：889-12(1)-5(4-5)。
6. *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs var. *undulatus*,
   标本编号：889-18(2)-7(35)，×500。
7,8. *Actinoptychus splendens* (Shadb.) Ralfs,
   标本编号：7.889-15(1)-3(36)。×800；8.865-23(1)-8(1)，×800。
9. *Actinoptychus* sp. cf. *Actinoptychus trinacriformis* Cheng et Chin
   标本编号：865-23(1)-8(10)。
10. *Stictodiscus* sp. cf. *Stic. californicus* Grev.
    标本编号：865-18(2)-7(35)。
11. *Stictodiscus californicus* var. *areolata* Grun.
    标本编号：865-3(2)-7(2)。
12,13. *Stictodiscus californicus* Grev. var. *californicus*.
    标本编号：865-3(2)-7(1)，12，×350。
14. *Triceratium favus* Ehr.
    标本编号：865-31(2)-8(26)。

图 版 67

1. *Actinoptychus annulatus* (Wallich) Grun.
   标本编号：889-28(1)-3(19)。
2. *Chaetoceros lauderi* Ralfs.
   标本编号：889-30(1)-1(2)。
3. 属和种未定 (Gen. et sp. indet)
   标本编号：889-19(1)-1(11)。
4. *Chaetoceros* sp. II.
   标本编号：889-25(2)-2(2)。
5. *Liradiscus* sp.
   标本编号：889-28(2)-3(22)。
6. *Rutilaria obesula* Li, (sp. nov.)
   标本编号：889-12(1)-5(11)。
7. *Xanthiopyxis spinosus* Li (sp. nov.)
   标本编号：889-24(1)-1(31)。

8. *Chaetoceros* sp.

标本编号：889-15(2)-4(4)。

9. *Xanthiopyxis* sp.

标本编号：889-24(2)。

10—11. *Chaetoceros lorenzianus* Grun.

标本编号：10，889-28(2)-3(16)；

11。889-25(1)-2(36)。

12. *Chaetoceros teres* Cleve.

标本编号：889-27(1)-27(1)。壳环面观。

13. *Chaetoceros* sp.

标本编号：889-25(2)-2(2)。壳环面观。

14. *Chaetoceros affinis* Lauder.

标本编号：889-25(2)-15(24)。壳环面观。

15，16. *Chaetoceros lorenzianus* Grun.

标本编号：889-25(1)-2(34-35)。壳环面观。

17. *Grammatophora hamulifera* Ktz.

标本编号：889-29(2)-5(31)。

18. *Grammatophora arctica* Cl.

标本编号：889-25(2)-3(4)。

19. *Thalassionema nitzschioides* Grun.

标本编号：889-30(4)-6(4)。

20. *Eunotia* sp.

标本编号：889-15(2)-3(22)。

21. *Cocconeis heteroidea* Hantzsch, var. *heteroidea*.

标本编号：889-30(2)-6(6)。

22. *Cocconeis pellucida* Hantzsch

标本编号：889-30(2)-6(16)。

23. *Cocconeis* sp.

标本编号：889-12(1)-5(8)。

24. *Cocconeis heteroidea* Hantzsch, var. *heteroidea*.

标本编号：865-31(2)-6(23)。

25，26. *Diploneis nitescens* (Greg.) Cl.

标本编号：25.889-28(2)-3(21)；26.889-29(2)-5(24)。

27. *Cocconeis pseudomarginata* Greg.

标本编号：889-30(1)-6(23)。

28. *Thalassionema nitzschioides* Grun.

标本编号：889-15(2)-3(32)。

29. *Cocconeis heteroidea* var. *curvirotunda* (Temp. et Brun.) Cl.

标本编号：889-15(1)-3(33)。

30. 属和种未定 (Gen. et sp. indet)

标本编号：865-17(1)-8(1)。

31. *Diploneis suborbicularis* (Greg.) Cl.

标本编号：889-25(1)-3(2)。

32. *Diploneis smithii* (Brèb.) Cl.

标本编号：889-19(2)-1(5)。

图 版 68

1. *Diploneis smithii* (Brèb.) Cl.

标本编号：889-13(1)-4(25)。

2. *Diploneis bombus* Ehr.

标本编号：889-30(20)-6(18)。

3. *Diploneis interrupta* (Ktz.) Cl.

标本编号：889-19(1)-1(4)。

4. *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Naeg.) Cl.

标本编号：889-24(2)-2(3)。

5. *Diploneis pudens* (Mann) Li, (comb. nov.)

标本编号：889-30(4)-6(3)。

6. *Navicula spectabilis* Greg.

标本编号：889-19(1)-1(9)。

7. *Diploneis weissflogii* (A. S.) Cl.

标本编号：865-16(1)-27(1)。

8. *Navicula toulaas* Pant.

标本编号：889-13(1)-4(22)。

9. *Navicula versicolor* Grun.

标本编号：865-31(2)-8(15)。

10. *Navicula* sp. cf. *Nav. gastrum* (Ehr.) Ktz.

标本编号：889-30(2)-6(25)。

11. *Navicula humerosa* var. *constricta* Cl.

标本编号：889-24(1)-1(10)。

12. *Navicula pseudotuscula* Hust.

标本编号：889-18(1)-1(28)。

13. *Navicula forcipata* Grev.

标本编号：889-12(2)-5(2)。

14. *Navicula* sp. cf. *Navicula alpha* Cleve

标本编号：865-17(2)-7(29)。

15. *Rhaphoneis belgica* Grun.

标本编号：889-24(1)-2(19)。

16. *Rhaphoneis* sp.

标本编号：889-27(2)-1(18)。

17. *Rhaphoneis rhombica* (Grun.) Andrews.

标本编号：889-28(2)-3(8)。

18. *Rhaphoneis obesula* Hanna.

标本编号：889-12(1)-5(12)。

19. *Navicula clavata* Greg.

标本编号：865-16(1)-7(26)。

20. *Rhaphoneis surirella* (Ehr.) Grun., var. *surirella*

标本编号：889-24(2)-2(2)。

21. *Rhaphoneis surirella* var. *australia* (Petit) Grun.

标本编号：889-30(1)-6(27)。

22. *Rhaphoneis amphiceros* Ehr.

标本编号：889-18(1)-1(24)。

23. ? *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Müller.

标本编号：889-30(2)-6(9)。

24, 25. *Trybilioptychus cocconeiformis* (Cl.) Hendey.

标本编号：24.889-19(2)-8(8)；25.889-15(1)-4(3)。

26. *Navicula lyra* Ehr.

标本编号：889-19(1)-1(10)。

27. *Pinnularia borealis* Ehr.

标本编号：889-32(2)-6(17)。

28. *Navicula* sp. cf. *Navicula dismutica* Hust.

标本编号：889-29(3)-5(23)。

图 版 69

1—2. *Pleurosigma aestuarii* (Brèb.) W. Smith.

标本编号：865-3(2)-7(6-7)。

3. *Diploneis fusca* var. *pelagi* (A. S.) Cl.

标本编号：889-29(3)-5(18)。

4. *Navicula concilians* Cl.

标本编号：889-24(1)-2(13)。

5. *Cocconeis* sp.

标本编号：889-30(2)-6(14)。

6. *Cymbella* sp. cf. *Cymbella heteropleura* Ehr. f. *nipponica* Skv.

标本编号：889-12(3)-4(3)。

7. *Trachyneis aspera* Ehr.

标本编号：889-25(1)-3(6)。

8. *Epithemia argus* var. *protracta* A. Mayer.

标本编号：889-28(1)-2(3)。

10. *Cocconeis scutellum* Ehr.

标本编号：889-30(1)-4(12)。

11. *Navicula truncatula* Hust. var. *lanceolata* Li, (var. nov.)

标本编号：889-13(1)-4(13)。

12. *Nitzschia cocconeiformis* Grun.

标本编号：889-25(2)-2(33)。

13, 14. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.

标本编号：13.889-13(1)-4(23), ×800. 14.889-28(2)-3(13), ×800。

15. *Nitzschia panduriformis* var. *delicatula* Grun.

标本编号：889-26(2)-1(15)。

16. *Nitzschia panduriformis* var. *minor* Grun.

标本编号：889-30(2)-6(19)。

17. *Nitzschia marginulata* Grun.

标本编号：889-29(3)-5(20)。

18. *Surirella fluminensis* Grun.

标本编号：865-23(2)-8(27)。

19. *Dictyocha*（硅鞭藻）

标本编号：865-17(1)-7(31)。

20. *Dictyocha*（硅鞭藻）

标本编号：865-30(4)-6(5)。

21. *Coscinodiscus argus* Ehr.

标本编号：889-30(4)-6(5)。

22. *Hemidiscus cumeiformis* Wallich.

标本编号：865-3(2)-6(36)。

23. *Xanthiopyxis donghainesis* Li (sp. nov.)

标本编号：889-22(2)-3(31)。

24，25. *Actinoptychus undulatus* f. *octoplicata* Cl.-Eu.

标本编号：889-29(2)-5(25-26)，24，×800；25，×2600。

钙质超微化石

（扫描电镜照片中，白色棒比例尺，"—"或"——"均代表0.5μm；"———"代表5μm；偏光显微镜照片，除注明者外，均放大3000倍；正交偏光下标本照片倾斜角度，为标本实际方位）

图 版 70

1—3，10—13. *Fasciculithus involutus*

1，10单偏光；2—3，11—13正交偏光；灵峰组。

4—6. *Fasciculithus lillianae*

4.单偏光；5—6.正交偏光；层位同上。

7—9. *Fasciculithus tympaniformis*

7.扫描电镜，侧视；8—9.正交偏光；层位同上。

14—15. *Fasciculithus involutus*

14.单偏光；15.正交偏光，层位同上。

图 版 71

1—3. *Fasciculithus richerdii*

1.单偏光；2—3.正交偏光；灵峰组。

4—6. *Fasciculithus schaulii*

4.单偏光；5—6.正交偏光；层位同上。

7—10. *Fxsciculithus tonii*

7.标本素描；8.单偏光；9—10.正交偏光；层位同上。

11—13. *Fasciculithus chinatus*

11.左单偏光；12—13.左正交偏光；层位同上。

图 版 72

1—3. *Fasciculithus lingfengensis* (sp. nov.)

1.单偏光；2—3.正交偏光；灵峰组。

4、8. *Fasciculithus* sp. 1.

4.单偏光；8.正交偏光；层位同上。

5—7. *Fasciculithus* sp. 1.

5.单偏光；6—7.正交偏光；层位同上。

9—10. *Fasciculithus clinatus*

9—10.正交偏光；层位同上。

11. *Fasciculithus* sp. 2.

扫描电镜，侧视；层位同上。

12—13. *Nannofossils*

12.单偏光，13.正交偏光；瓯江组。

14—16. *Sphenolithus* sp. 1.

14.单偏光；15—16.正交偏光；层位同上。

17. *Fasciculithus tympaniformis*

扫描电镜，侧视；层位同上。

图 版 73

1—2. *Fasciculithus lillianae*

正交偏光；灵峰组。

3. *Fasciculithus schaubii*

正交偏光；层位同上。

4—6. *Fasciculithus* sp. 4.

4.单偏光，5—6.正交偏光；层位同上。

7—8. *Fasciculithus* sp. 5.

7.单偏光，8.正交偏光；层位同上。

9—10. *Fasciculithus* sp. 5.

正交偏光；层位同上。

11—13. *Fasciculithus* sp. 6.

11.单偏光；12—13.正光偏光；平湖组。

14—16. *Biscutum* sp.

14.单偏光；15—16.正交偏光；2000，灵峰组再沉积化石（下古新统？小个体再沉积化石）

图 版 74

1—3. *Cruciplacolithus primus*

1.单偏光；2—3.正交偏光；灵峰组。

4—9. *Toweius eminens*

4、7—9.正交偏光；5—6.扫描电镜；5.远极盾；6.侧视；4,9层×2400，层位同上。

10. *Cruciplacolithus tenuis*

正交偏光×3200；层位同上。

11—13. *Neochiastozygus distentus*

11.单偏光；12—13.正交偏光；层位同上。

图 版 75

1. *Heliolithus riedellii*

扫描电镜，侧视；右下角为正交偏光照片，正视图像×2000；灵峰组。

2—4.11. *Heliolithus kleinpellii*

2.常见再沉积标本，正交偏光；3，11.遭受溶蚀标本，正交偏光；4.保存完好标本，正交偏光；海龙井组。

5. *Sphenolithus moriformis*

正交偏光；瓯江组。

6—9. *Semiholollthus bishayae*

6.扫描电镜，侧斜视；7—8.正交偏光；9.单偏光×3400；灵峰组。

10. *Pontosphaera multipora*

扫描电镜；瓯江组。

12—14. *Biscutus* sp.

12.单偏光；13—14.正交偏光，×2400；灵峰组（可能为下古新统化石再沉积）。

图 版 76

1—3. *Ellipsolithus distichus*

正交偏光；灵峰组。

4，6—8. *Toweius pertusus*

4.扫描电镜、颗石球，6.单偏光；7—8.正交偏光；瓯江组。

5. *Ellipsolithus* sp.

扫描电镜；层位同上。

图 版 77

1—2. *Cruciplacolithus primus*

正交偏光；灵峰组。

3. *Sphenolithus* sp. 2

扫描电镜；层位同上。

4. *Discoaster multiradiatus*

扫描电镜；层位同上。

6—7. *Discoaster mohleri*

扫描电镜；6.近极视，7.远极视；层位同上。

5. *Pontosphaera multipora*

扫描电镜，远极视；层位同上。

8. *Fllipsolithus distichus*

正交偏光；层位同上。

图 版 78

1，4. *Helicosphaera* sp.

1.单偏光；4.正交偏光；瓯江组。

2—3. *Helicosphaera* sp.1.

扫描电镜；2.近极盾；3.颗石球；灵峰组。

5—7. *Coccolithus eopelagicus*

5.单偏光；6—7.正交偏光；层位同上。

8. *Lithostromation perdurum*

单偏光；三潭组。

图 版 79

1—3. *Cruciplacolithus tenuis*

1.单偏光；2—3.正交偏光；灵峰组。

4—6. *Zygodiscus bramlettei*

4.单偏光；5—6.正交偏光；层位同上。

7—9. *Chiasmolithus* sp. 2.

7.单偏光；8—9.正交偏光；瓯江组。

10—12. *Sphenolithus* sp. 2.

10.单偏光；11—12.正交偏光；层位同上。

图 版 80

1—9. *Chiasmolithus bidens*

1—3.扫描电镜，1.侧斜视，2.远极盾，3.近极盾；5—6.单偏光；4，7，8—9.正交偏光；瓯江组。

10. *Sphenolithus moriformis*

正交偏光，侧视图象；层位同上。

图 版 81

1—2. *Chiasmolithus* sp. 1.

扫描电镜，1.远极盾；2.近极盾；瓯江组。

3. *Chiasmolithus* sp. 2.

扫描电镜，远极盾；层位同上。

4. *Chiasmolithus* sp. 3.

扫描电镜，近极盾；层位同上。

5—7. *Chiasmolithus grandis*

5—6.单偏光；7.正交偏光；层位同上。

图 版 82

1. *Chiasmolithus bidens*

单偏光；瓯江组。

2. *Chiasmolithus expansus*

扫描电镜，远极盾；层位同上。

3—9. *Sphenolithus moriformis*

顶、底视，4.单偏光；3，5—6.正交偏光；侧视，7—9.正交偏光；3—7，9.瓯江组；8.三潭组。

图 版 83

1—3. *Sphenolithus primus*

1—2.正交偏光；3.单偏光，×2000；灵峰组。

5. *Coccolithus pelagicus*

扫描电镜，远极盾；瓯江组。

4，6—8. *Transversopontis pulcher*

4.正交偏光×2400；6—7.扫描电镜，6.远极盾，7.近极盾；8.正交偏光；层位同上。

9. *Pontosphaera punctosa*

正交偏光，层位同上。

10. *Ericsonia occidentalis*

扫描电镜，远极盾；层位同上。

图 版 84

1、3. *Transversopontis retipons*

扫描电镜，远极视；瓯江组。

2. *Transversopontis pulcher*

扫描电镜，近极视，层位同上。

4—5，8. *Neococcolithus oujiangensis* (sp. nov.)

4.单偏光，5，8.正交偏光；层位同上。

6—7. *Neococcolithus dubius*

6.单偏光；7.正交偏光；层位同上。

图 版 85

1—3. *Neococcolithus minutus*

1.单偏光；2.正交偏光；3.扫描电镜；瓯江组。

4—5. *Transversopontis obliquipons*

正交偏光；层位同上。

6—7. *Markalius inversus*

6.正交偏光；7.单偏光；层位同上。

8. *Neochiastozygus rosenkrantzii*

单偏光；层位同上。

图 版 86

1—2. *Reticulofenestra* sp.

1.单偏光；2.正交偏光；海龙井组。

3. *Neochiastozygus rosenkrantzii*

正交偏光；瓯江组。

4—6. *Discoaster losoensis*

4.扫描电镜，5—6.单偏光，6.七个枝；层位同上。

7. *Discoaster formosus*

单偏光，冲绳海槽，第四系（中新统再沉积化石）。

8—9. *Ceralolithoides acultus*

8.单偏光；9.正交偏光；灵峰组。晚白垩世再沉积化石。

图 版 87

1. *Ericsonia femurcentrum*

扫描电镜，近极盾；瓯江组。

2. *Discoaster lodoensis*

单偏光，层位同上。

3. *Ericsonia occidentalis*

扫描电镜、侧斜视；层位同上。

4—6. *Ericsonia formosa*

4—5.扫描电镜，4.远极盾，5.近极盾；6.正交偏光；层位同上。

7. *Pontosphaera multipora*

正交偏光，层位同上。

图 版 88

1—2. *Tribrachiatus orthostylus*

1.单偏光，2.正交偏光；瓯江组。

3—4. *Tribrachiatus orthostylus*

3.扫描电镜中凸面，左上角单偏光图象；4.扫描电镜，中凹面；层位同上。

5—8. *Tribrachiatus contortus*

5，7.单偏光；6.正交偏光；8.扫描电镜；层位同上。

图 版 89

1. *Diciyocha delicata*

扫描电镜；第四系东海群。

2—3. *Tribrachiato contortus*

2.单偏光；3.正交偏光；瓯江组。

4—5. *Reticulofenestra laevis*

扫描电镜；4.近极盾；5.远极盾；层位同上。

6. *Sphenolithus radians*

扫描电镜；层位同上。

7—8. *Sphenolithus heteromorphus*

正交偏光，海龙井组。

9. *Triquetrorhabdulus*

扫描电镜；海龙泉组。

10. *Ericsonia cf. E. robusta*

正交偏光；瓯江组。

图 版 90

1—2. *Reticulofenestra laevis*

扫描电镜；1.近极盾；2.远极盾；瓯江组。

3—7. *Reticulofenestra donghaiensis* (sp. nov.)

扫描电镜；3，5.近极盾；4.远极盾；6.单偏光；7.正交偏光；层位同上，标本号L77,L55，L62、L64。

图 版 91

1—2. *Reticulofenestra* sp. 1

扫描电镜，近极盾；瓯江组。

3—7. *Reticulofenestra lingfengensis* (sp. nov.)

3.扫描电镜，近极盾；4.单偏光，颗石球；5.正交偏光；6—7.正交偏光，6.高焦距，7.低焦距；层位同上；标本号 L60，L58，L72。

图 版 92

1—4. *Reticulofenestra alabamaensis*

扫描电镜，2.远极盾；1，3—4.近极盾；瓯江组。

5. *Coccolithus pelagicus*

扫描电镜；远极盾；层位同上。

6—8. *Zygrhablithus bijugatus*

6.单偏光；7—8.正交偏光；层位同上。

9. *Sphenolithus cf. obtusus*

单偏光；海龙井组。

图 版 93

1—3. *Zygrhablithus bijugatus*

1—2.扫描电镜；3.单偏光；瓯江组。

4. *Sphenolithus cf. obtusus*

正交偏光；海龙井组。

5—6. *Triquetrorhabdulus carinatus*

5.单偏光；6.正交偏光；海龙井组。

7—9. *Rhabdolithus inflata*

7.单偏光；8—9.正交偏光；瓯江组。

图 版 94

1. *Rhabdolithus inflata*

正交偏光，瓯江组。

2—8. *Zygrhablithus bijugatus*

2—3.正交偏光；4—5.单偏光；6、8.正交偏光；7.单偏光；层位同上。

9—11. *Rhabdosphaera rudis*

9.单偏光；10—11.正交偏光；层位同上。

图 版 95

1. *Rhabdolithus inflata*

正交偏光；瓯江组。

2. *Zygrhablithus bijugatus*

扫描电镜；层位同上。

3—6. *Blackites spinosus*

扫描电镜，3.近极视中央环部分；4.近极视；5.远极视；6.远极视中央环部分；层位同上。

图 版 96

1—5. *Blackites spinosus*

扫描电镜，1.远极视中央环部分；2.远极视；3—5.正交偏光，远极视；瓯江组。

6. *Catinaster coalitus*

单偏光；玉泉组。

7—8. *Micrantholithus entaster*

7.单偏光，8.正交偏光；瓯江组。

9. *Discoaster icarus*

单偏光，东海群（上新统再沉积化石）

10. *Discoaster challinger*

单偏光，三潭组。

11—12. *Micrantholithus vesper*

11.正交偏光；12单偏光；瓯江组。

13. *Sphenolithus abies*

正交偏光，三潭组。

图 版 97

1. *Discoaster nonaradiatus*

单偏光；瓯江组。

2. *Discoaster distinctus*

单偏光，层位同上。

3—4. *Discoaster lingfenengsis* (sp. nov.)

3.扫描电镜；4.单偏光；层位同上；标本号L58。

5. *Discoaster sublodoensis*

单偏光，层位同上。

6—7. *Discoaster deflandrei*

6.单偏光；7.扫描电镜；层位同上。

8. *Micrantholithus vesper*

扫描电镜，标本之一角；层位同上。

图 版 98

1. *Discoaster sublodoensis*

单偏光，×2400；瓯江组。

2. *Discoaster barbadiensis*

单偏光，×2400；层位同上。

3. *Calcidiscus simplex*

扫描电镜，远极盾；层位同上。

4. *Discoaster mirus*

扫描电镜，近极视；层位同上。

5—7. *Discoaster saipanensis*

5.扫描电镜（八个枝瓣）；6—7.单偏光（九个枝瓣）；层位同上。

8. *Discoaster brouweri*

单偏光；三潭组。

图 版 99

1—5，7. *Gephyrocapsa oceanica*

1.扫描电镜，远极盾；东海群；2.扫描电镜，近极盾；层位同上；3.扫描电镜，侧视；层位同上；4.正交偏光，上更新统至全新统；5.正交偏光；层位同上；7.扫描电镜；颗石球；层位同上。

6. *Gephyrocapsa protohuxleyi*

扫描电镜，远极盾；东海群。

8. *Gephyrocapsa ericsonii*

扫描电镜，远极盾；东海群。

9. *Emiliania huxleyi*

正交偏光，×1000；东海群。

图 版 100

1—2. *Emiliania huxleyi*

1.扫描电镜，远极盾；上更新统至全新统；2.扫描电镜，近极盾；层位同上。

3—5. *Pseudoemiliania lacunosa*

均为扫描电镜照片；3.近极盾；东海群；4.远极盾；层位同上；5.侧视；层位同上。

6—8. *Reticulofenstra pseudoumbilica*

6.单偏光；三潭组；7.正交偏光；与6同一标本；8.扫描电镜，远极盾；层位同上。

图 版 101

1. *Coccolithus pelagicus*

扫描电镜，远极盾；上更新统至全新统。

2—4. *Calciodiscus leptopora*

2.扫描电镜，远极盾；东海群；3.正交偏光；层位同上；4.正交偏光×45°，层位同上。

5. *Coccolithus* sp.

扫描电镜，远极盾；东海群。

6. *Umbilicosphaera mirabilis*

扫描电镜，远极盾；东海群。

图 版 102

1—4. *Helicosphaera wallichi*

1.扫描电镜，远极视；东海群；2.扫描电镜，近极视；层位同上；3.正交偏光；东海群；4.正交偏光×45°，与3同一标本。

5—7. *Helicosphaera hyalina*

5.正交偏光；东海群；6.正交偏光45°，与5同一标本；7.扫描电镜，远极视；东海群。

8. *Helicosphaera sellii*

扫描电镜，远极视；上更新统至全新统。

图 版 103

1. *Umbellosphaera irregularis*

扫描电镜，远极视；上更新统至全新统。

2. *Umbellosphaera tenuis*

扫描电镜，远极盾；上更新统至全新统。

3—4. *Pontosphaera japonica*

3.正交偏光；东海群；4.正交偏光×45°，与3同一标本。

5. *Syracosphaera pulchra*

扫描电镜，远极盾；上更新统至全新统。

6. *Syracosphaera ribosa*

扫描电镜，远极盾；东海群。

图 版 104

1. *Umbilicosphaera sibogae*

扫描电镜，远极盾；上更新统至全新统。

2—4. *Pontosphaera multipora*

2.正交偏光；东海群；3.正交偏光，与2同一标本；4.单偏光，与2同一标本。

5—7. *Pontosphaera japonica*

5.正交偏光；东海群；6.正交偏光×45°，与5同一标本；7.单偏光，与5同一标本。

8. *Thoracosphaera heimi*

扫描电镜；上更新统至全新统，

图 版 105

1，3—5. *Rhabdosphaera claviger*

1.扫描电镜；上更新统至全新统；3.单偏光；东海群；4.正交偏光；层位同上；5.正交偏光；层位同上。

2. *Oolithotus fragilis*

扫描电镜，近极盾；上更新统至全新统。

6—7. *Scapholithus fossilis*

6.正交偏光；东海群；7.扫描电镜；全新统。

图 版 106

1—5. *Braarudosphaera bigelowi*

1.正交偏光；全新统；2.正交偏光×45°，与1同一标本；3.单偏光，与1同一标本；4.扫描电镜；层位同上；5.正交偏光，颗石球；层位同上。

6—8. *Scyphosphaera globulosa*

6.正交偏光，与对称轴夹角为0°；东海群；7.正交偏光，与对称轴夹角为45°，与6同一标本；8.单偏光，与6同一标本。

图 版 107

1—2. *Ceratoslithus telesmus*

1.扫描电镜，上更新统至全新统；2.正交偏光；层位同上。

3—4. *Ceratolithus rugosus*

3.正交偏光；东海群；4.单偏光，与3同一标本。

5—6. *Ceratolithus acutus*

5.正交偏光；东海群；6.单偏光，与5同一标本。

7. *Ceratolithus armatus*

正交偏光；东海群。

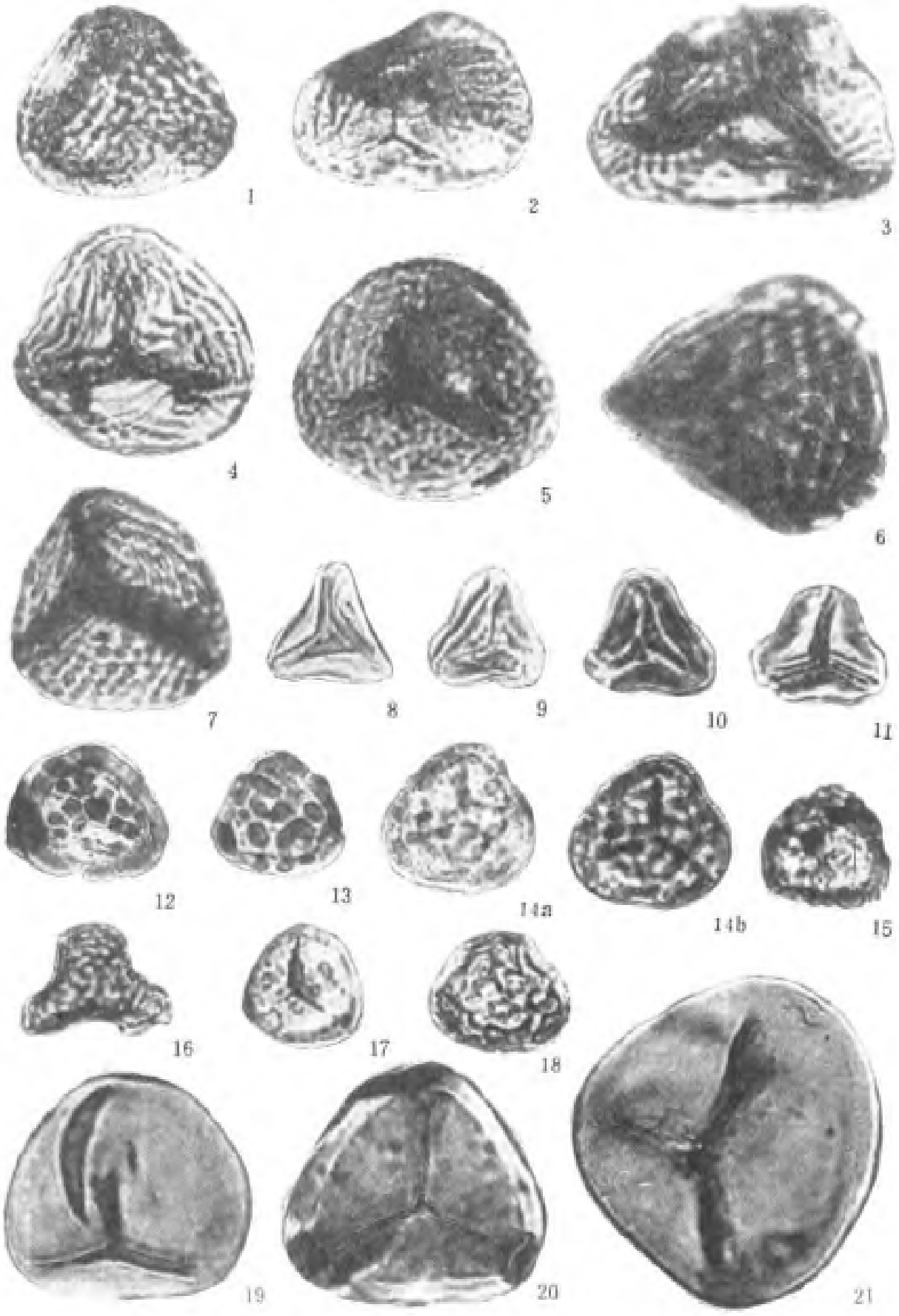
8—9. *Discoaster challengri*

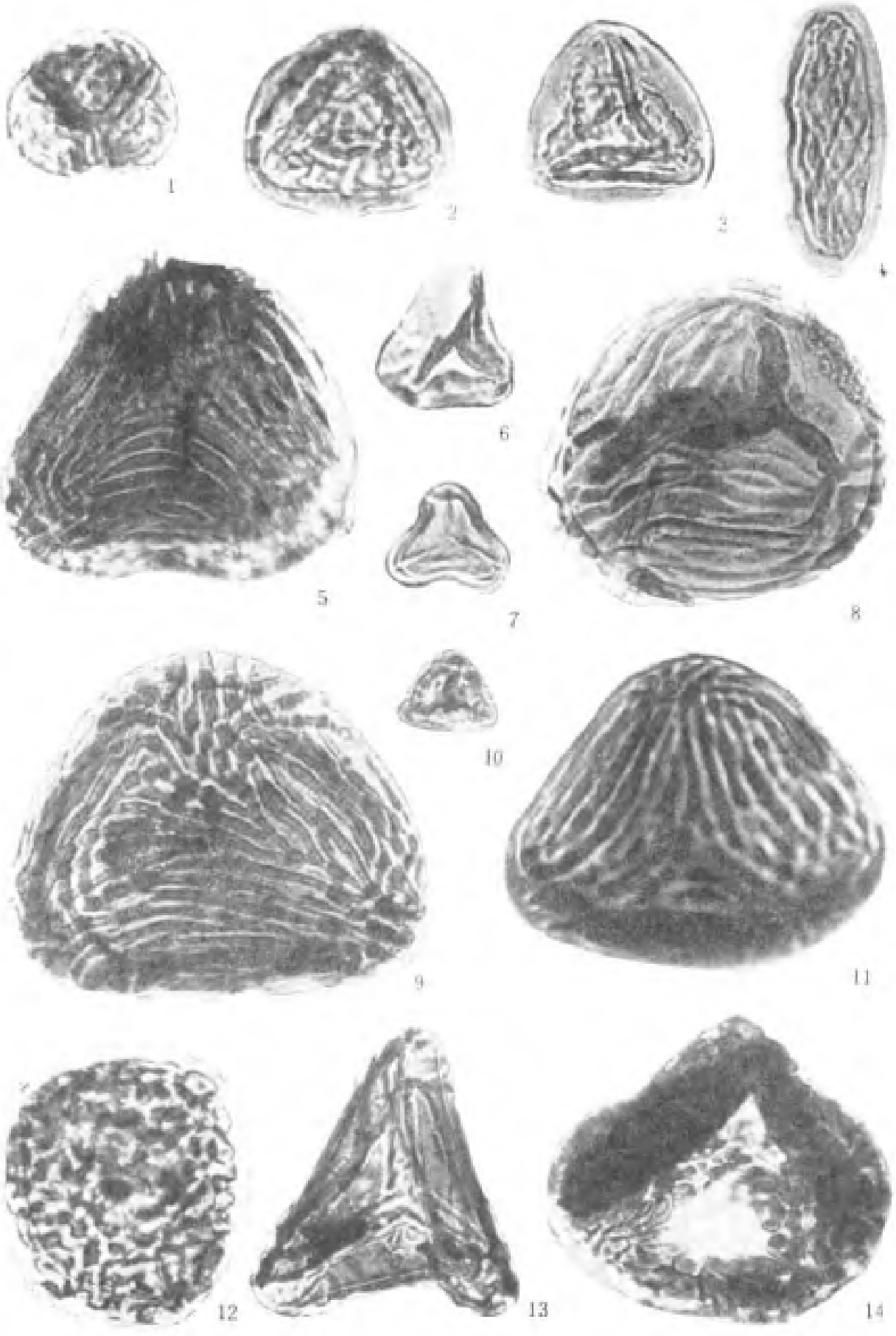
8.单偏光；上更新统至全新统（为再沉积标本）；9.正交偏光，与8同一标本。

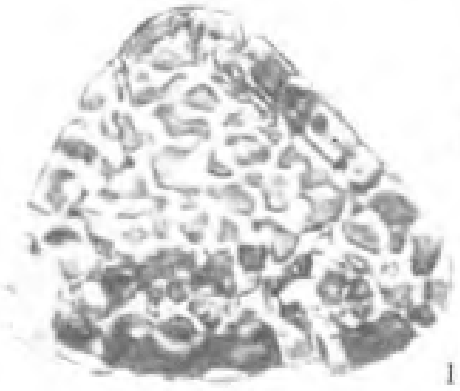
10—11. *Umbellosphaera irregularis*

10.单偏光，侧视；东海群；11.正交偏光，侧视，与10同一标本。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

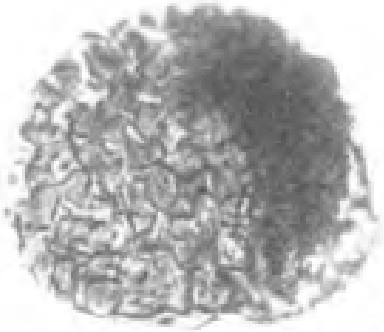

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14a
14b
15
16
17
18
19
20
21


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14


1

2

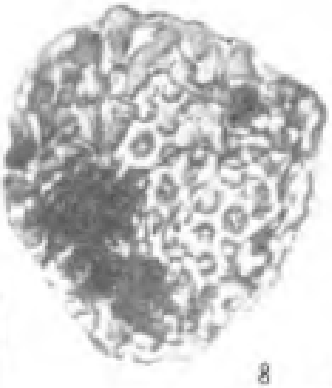
3

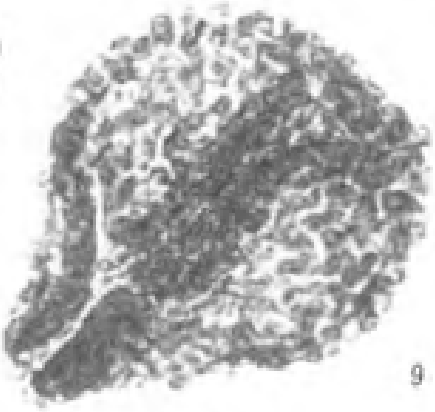

4

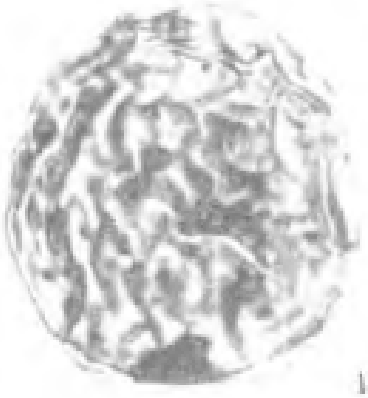
5

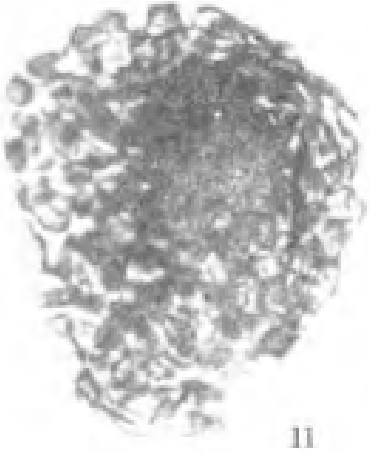
6

7


8


9


10


11

12

1

2

3

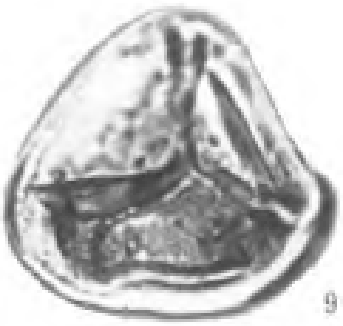
4

5

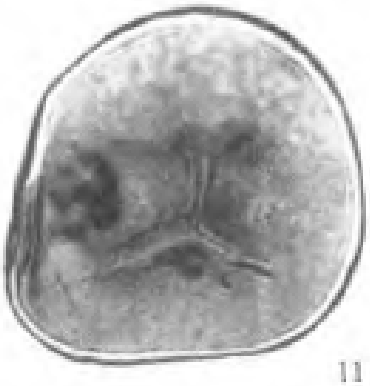
6

7

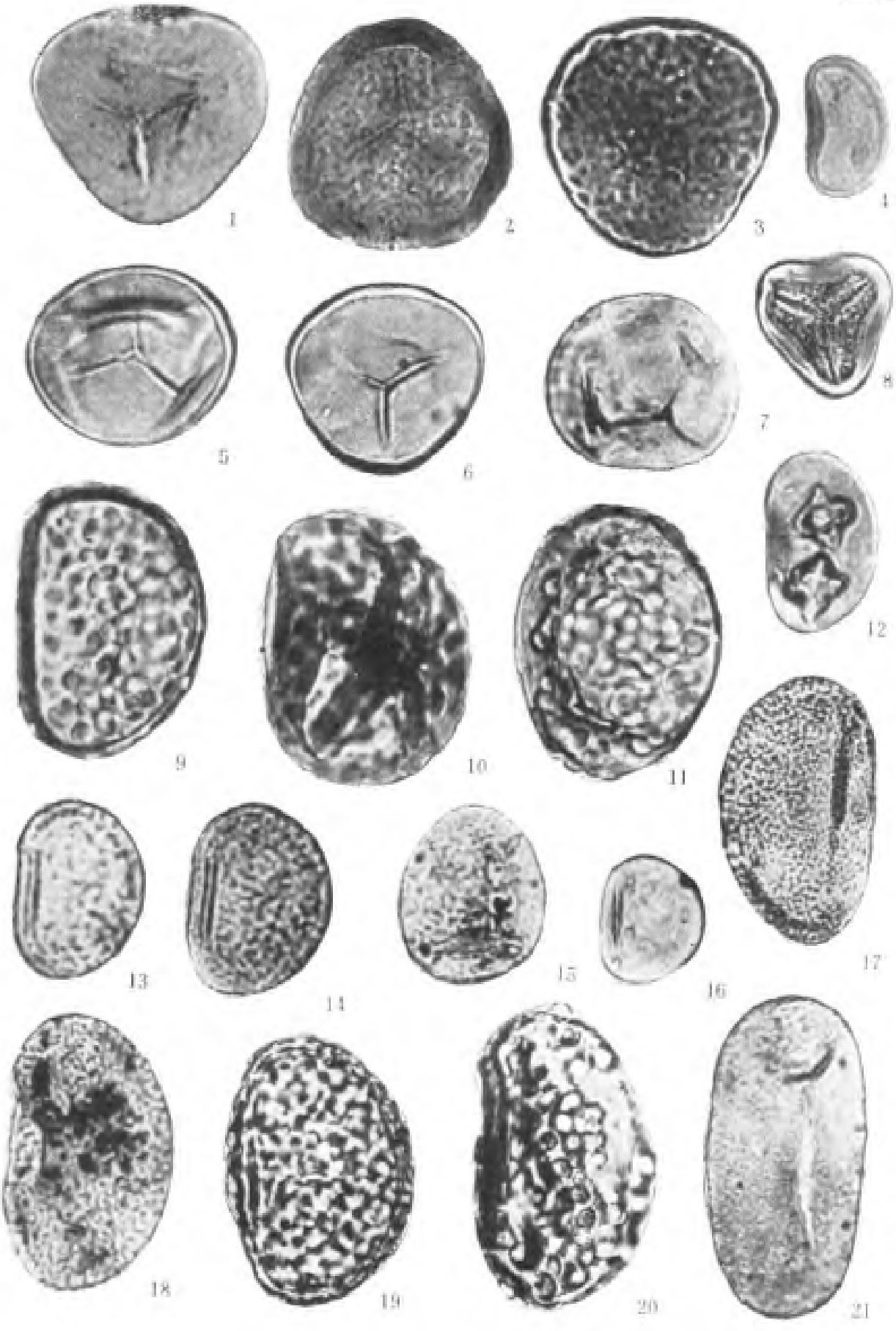
8

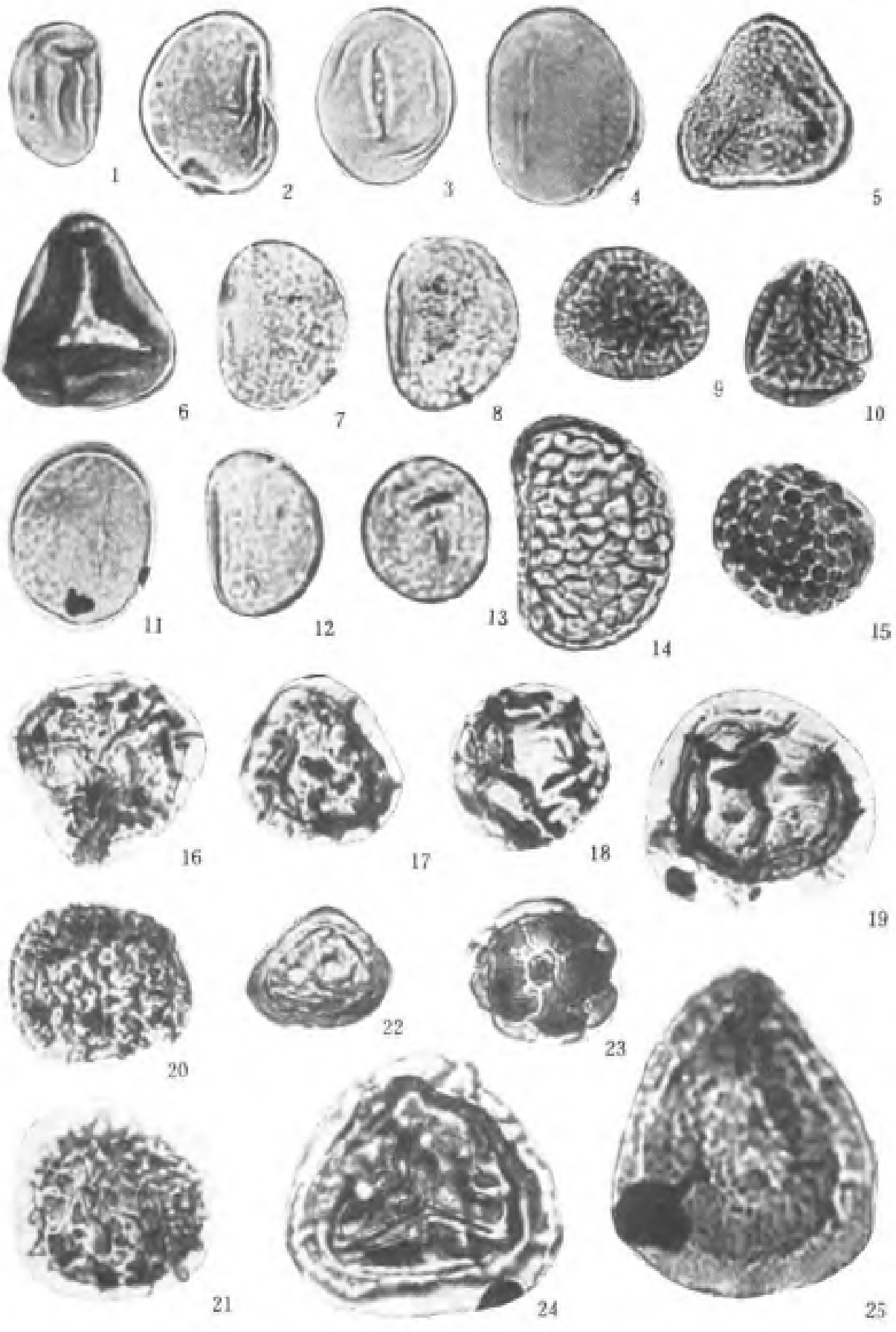

9

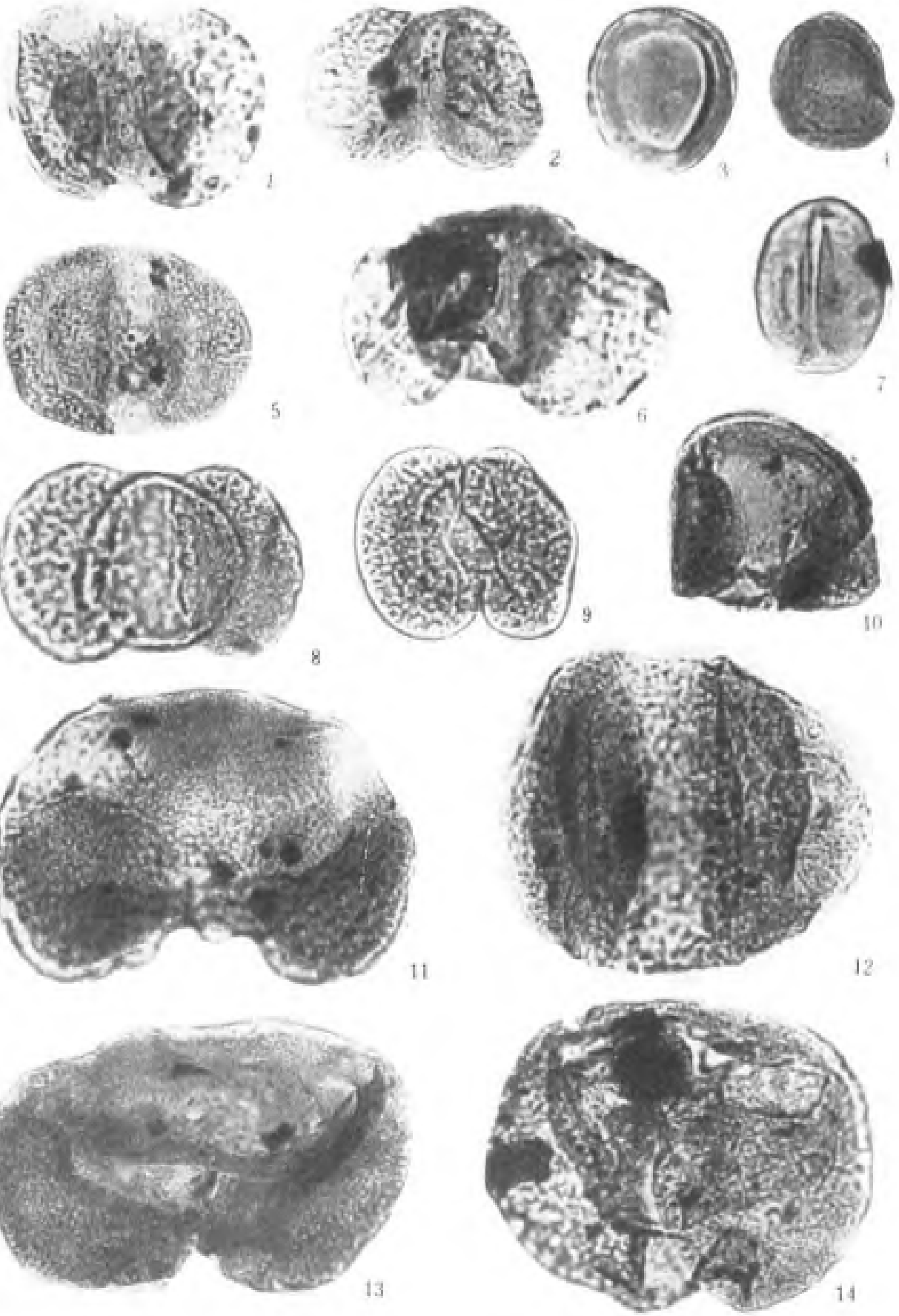
10

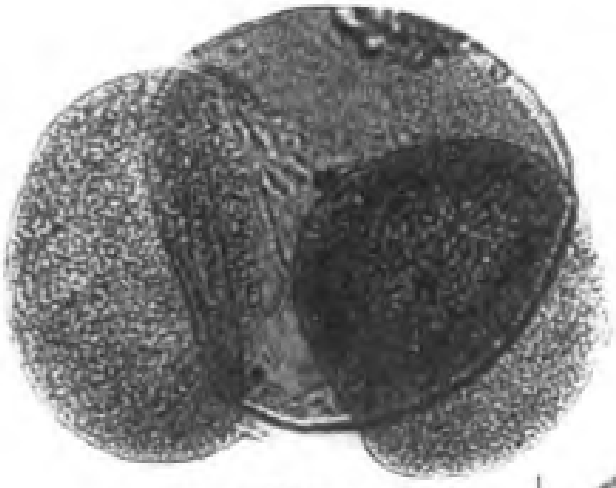

11

12

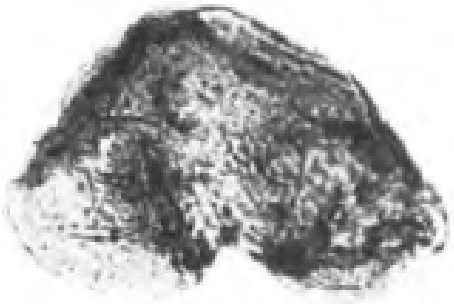

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
22
23
21
24
25

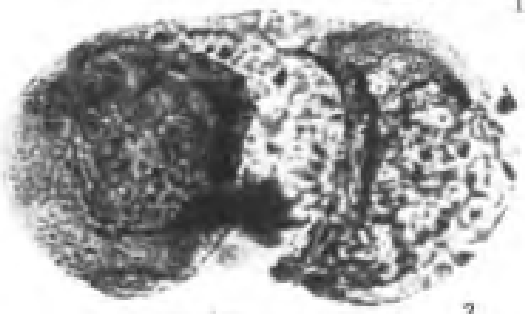




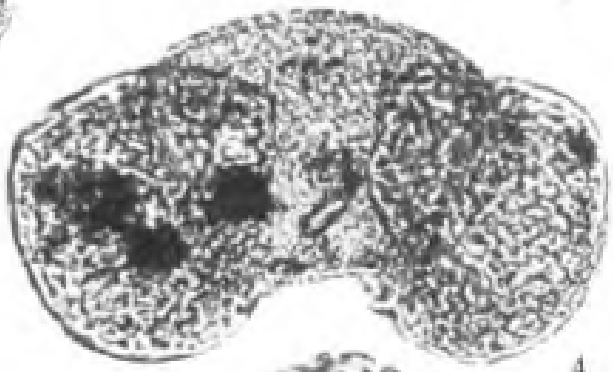
1



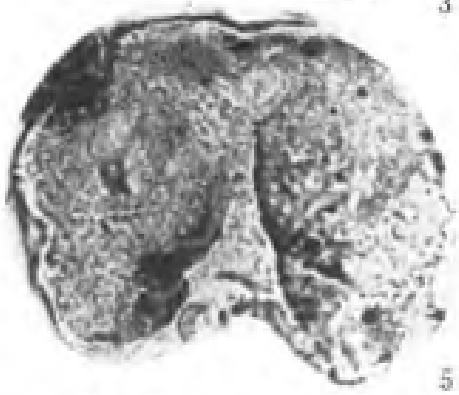
2



3



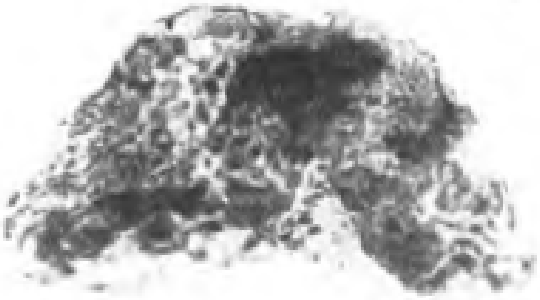
4



5

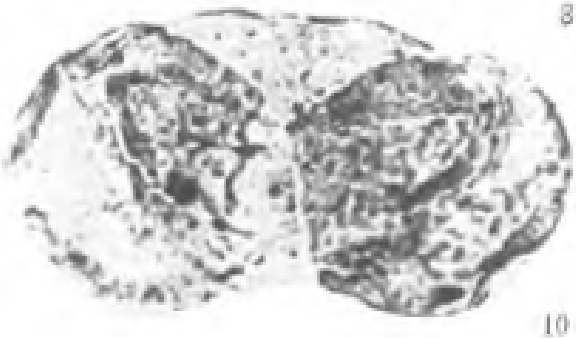
6

7

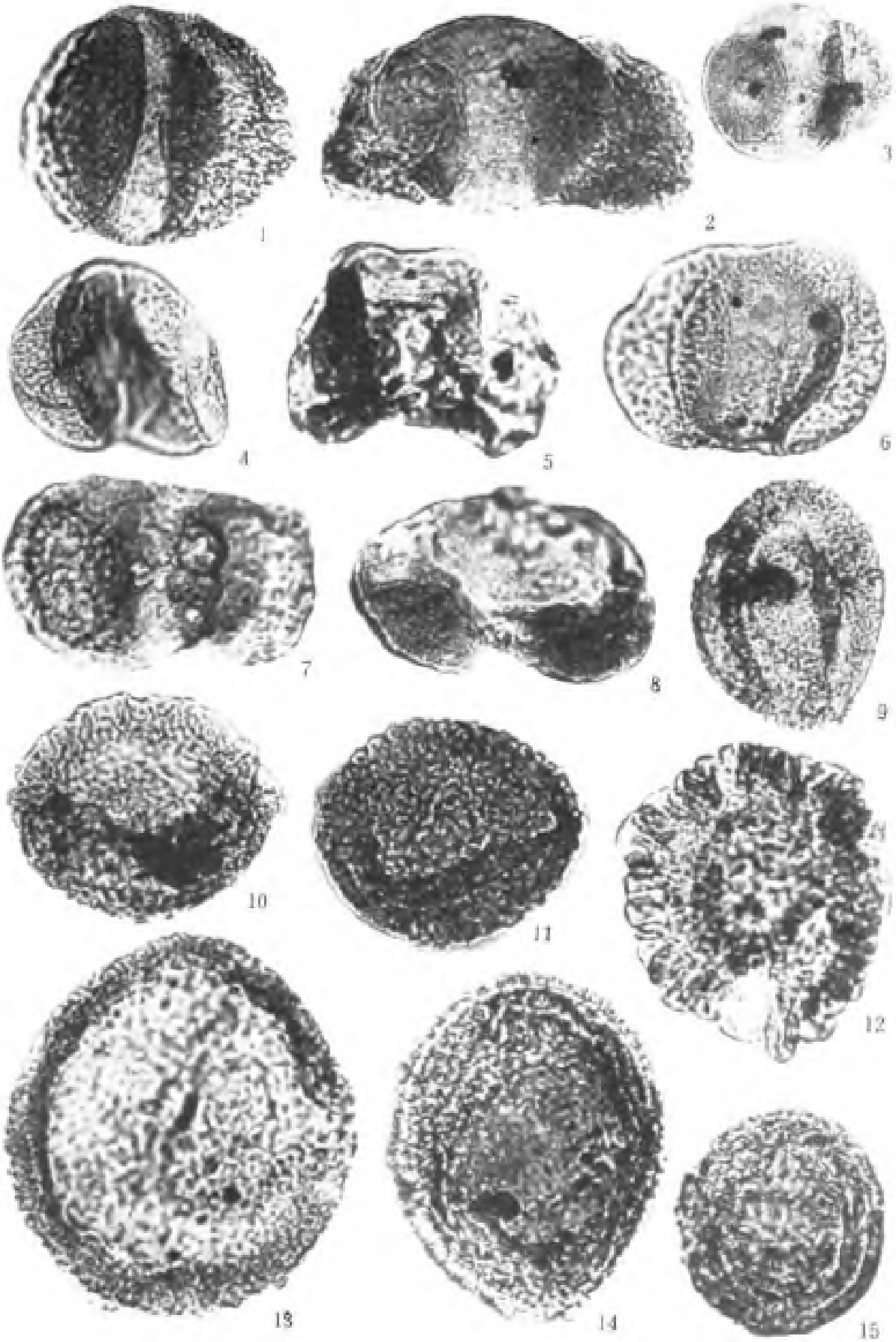


8

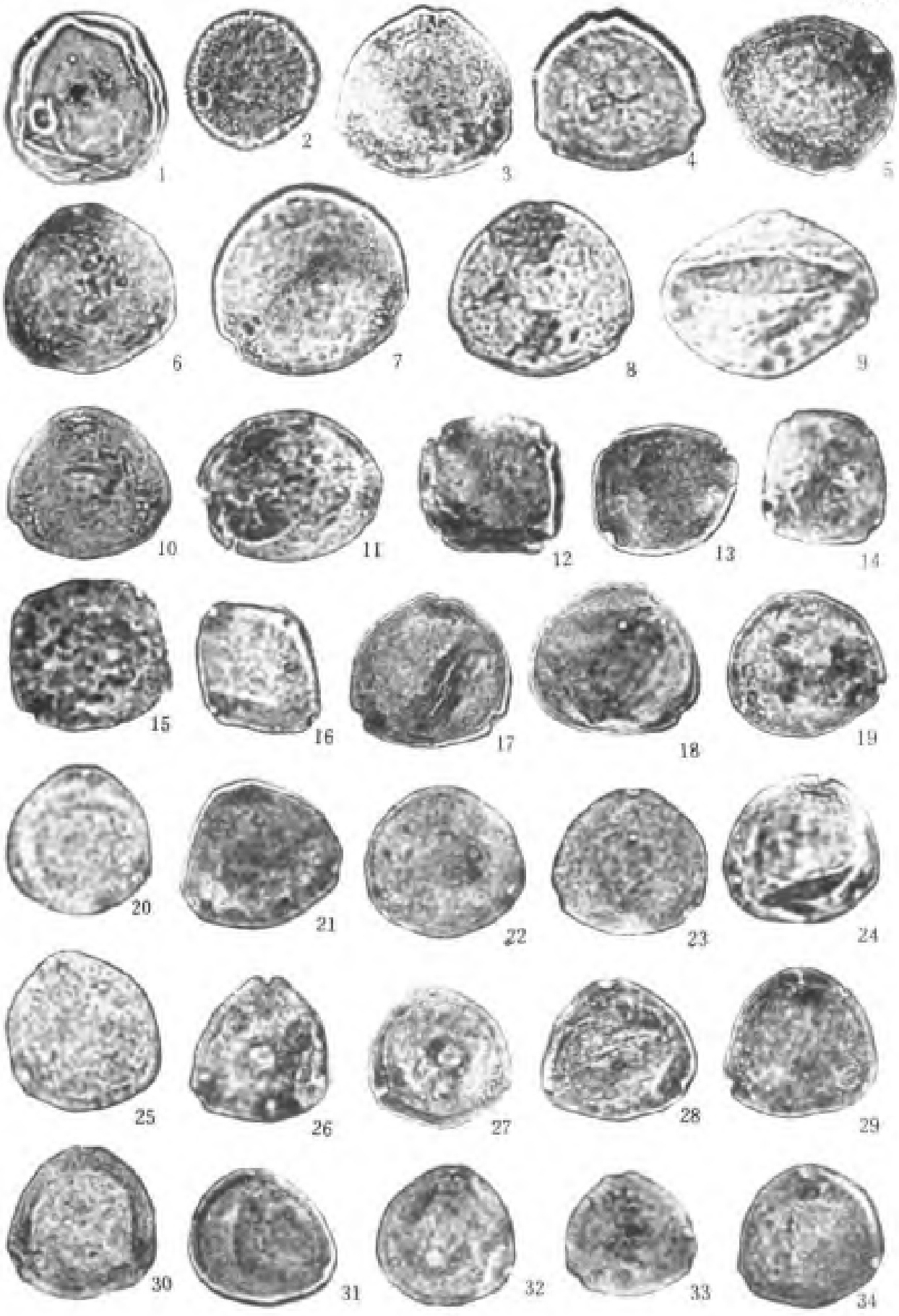
9

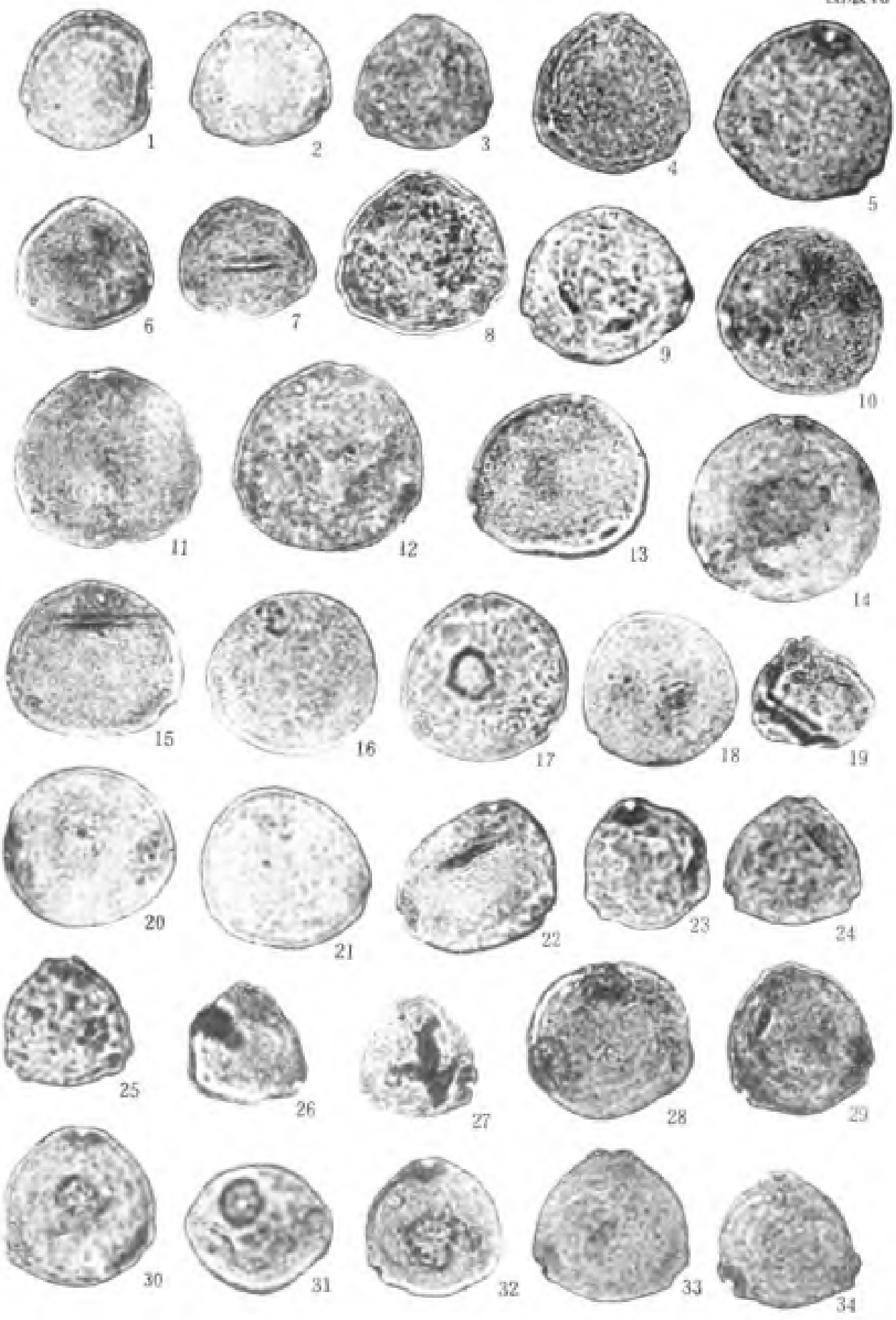


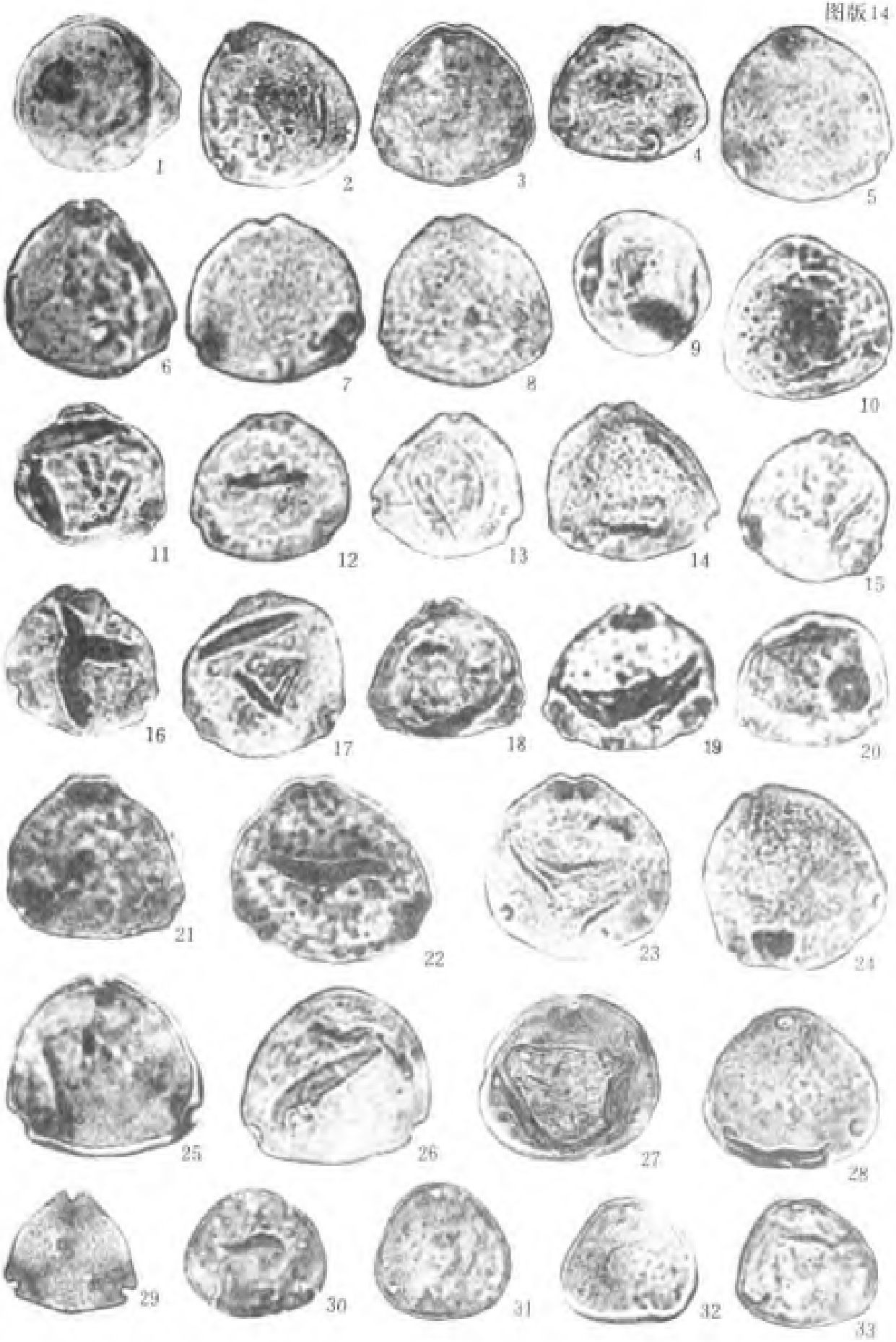
10

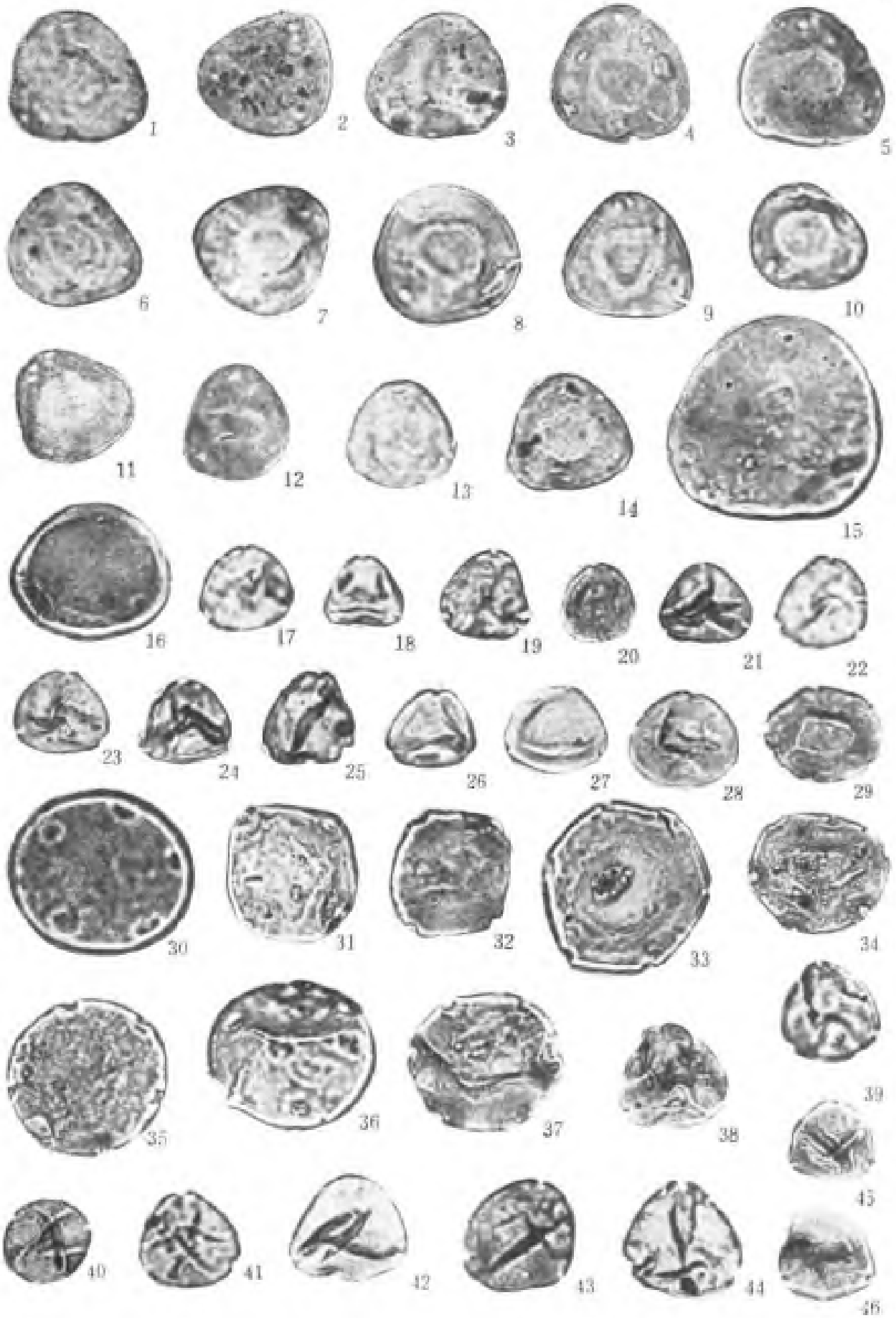


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

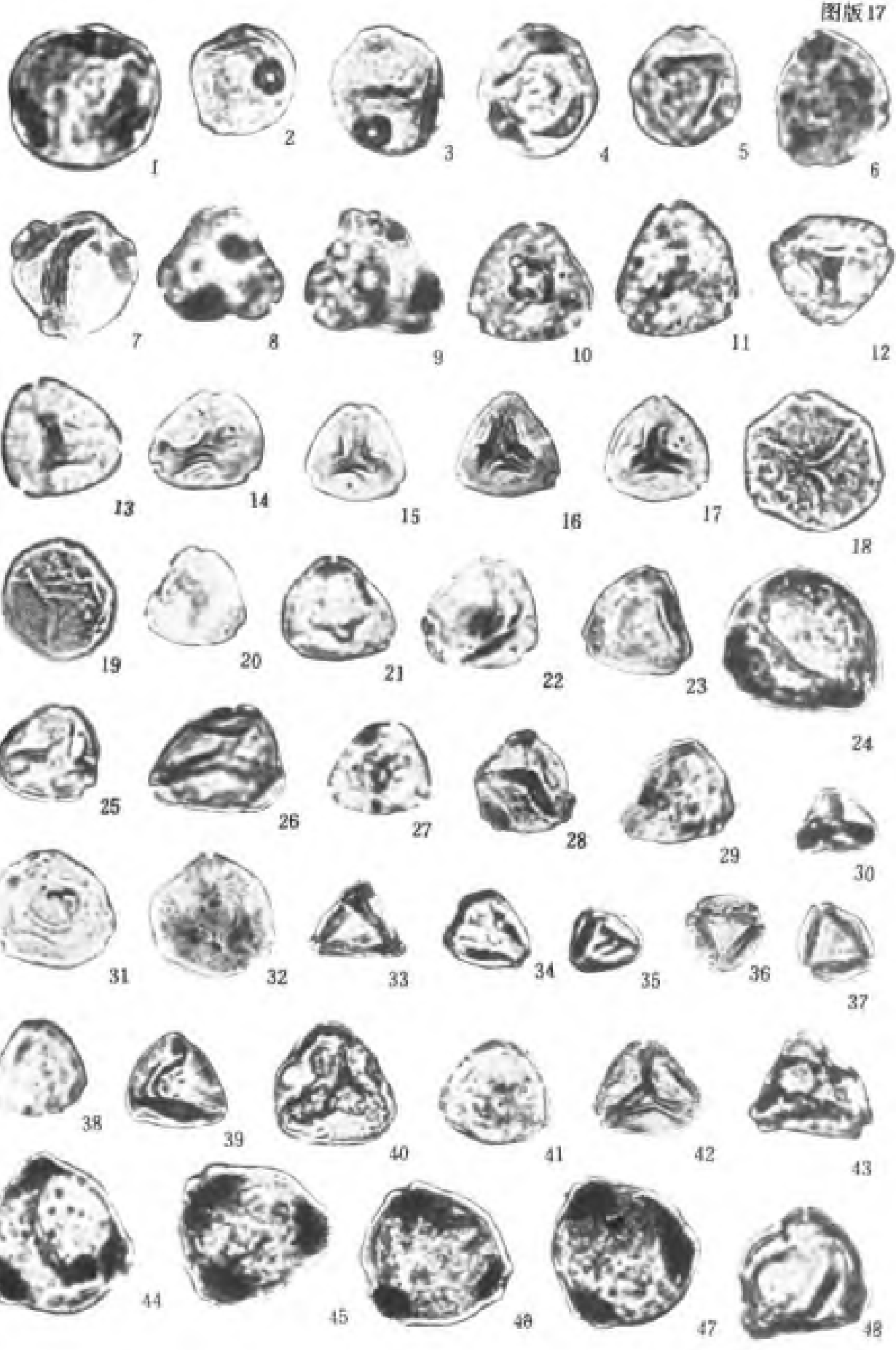

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

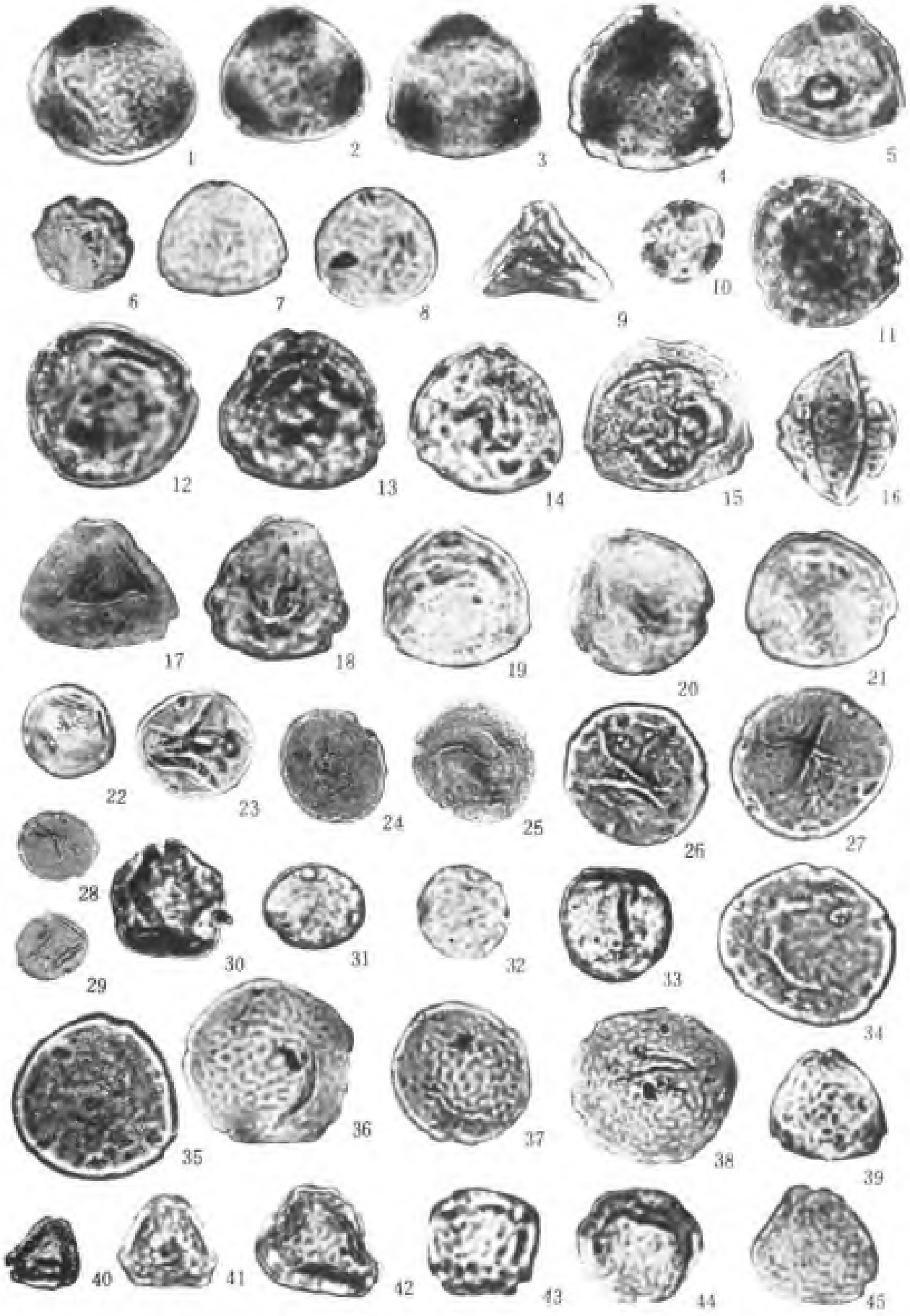

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

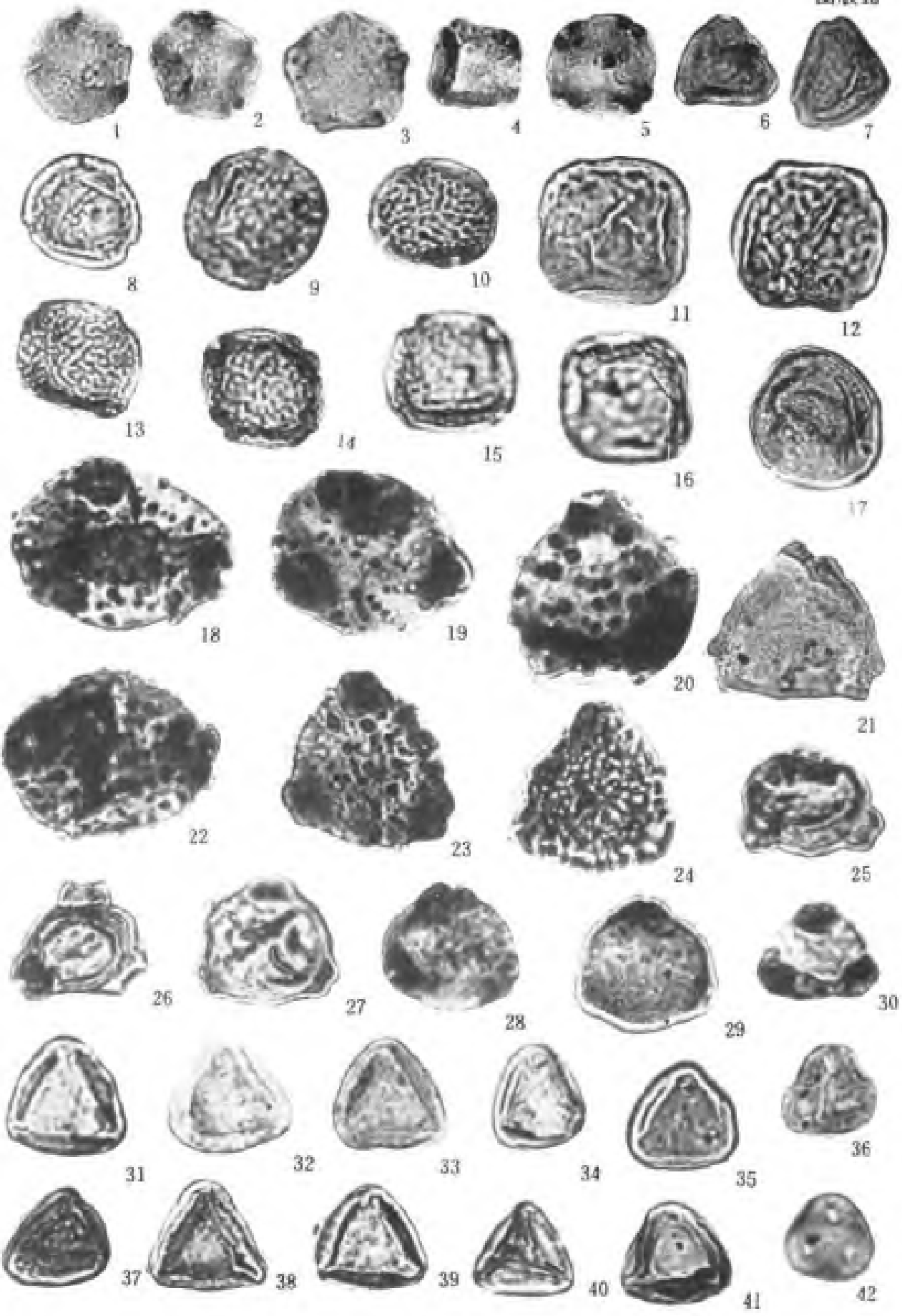

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

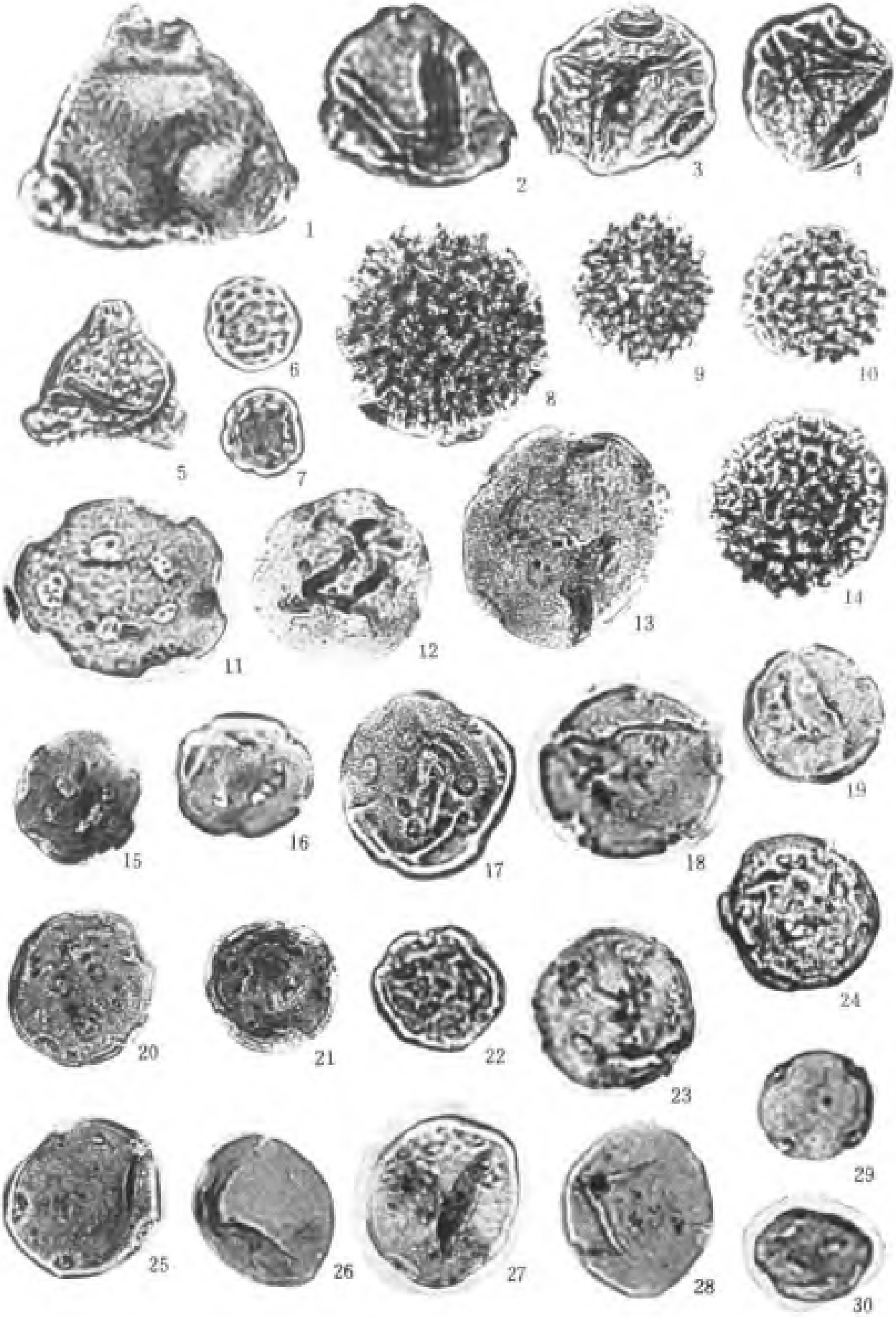


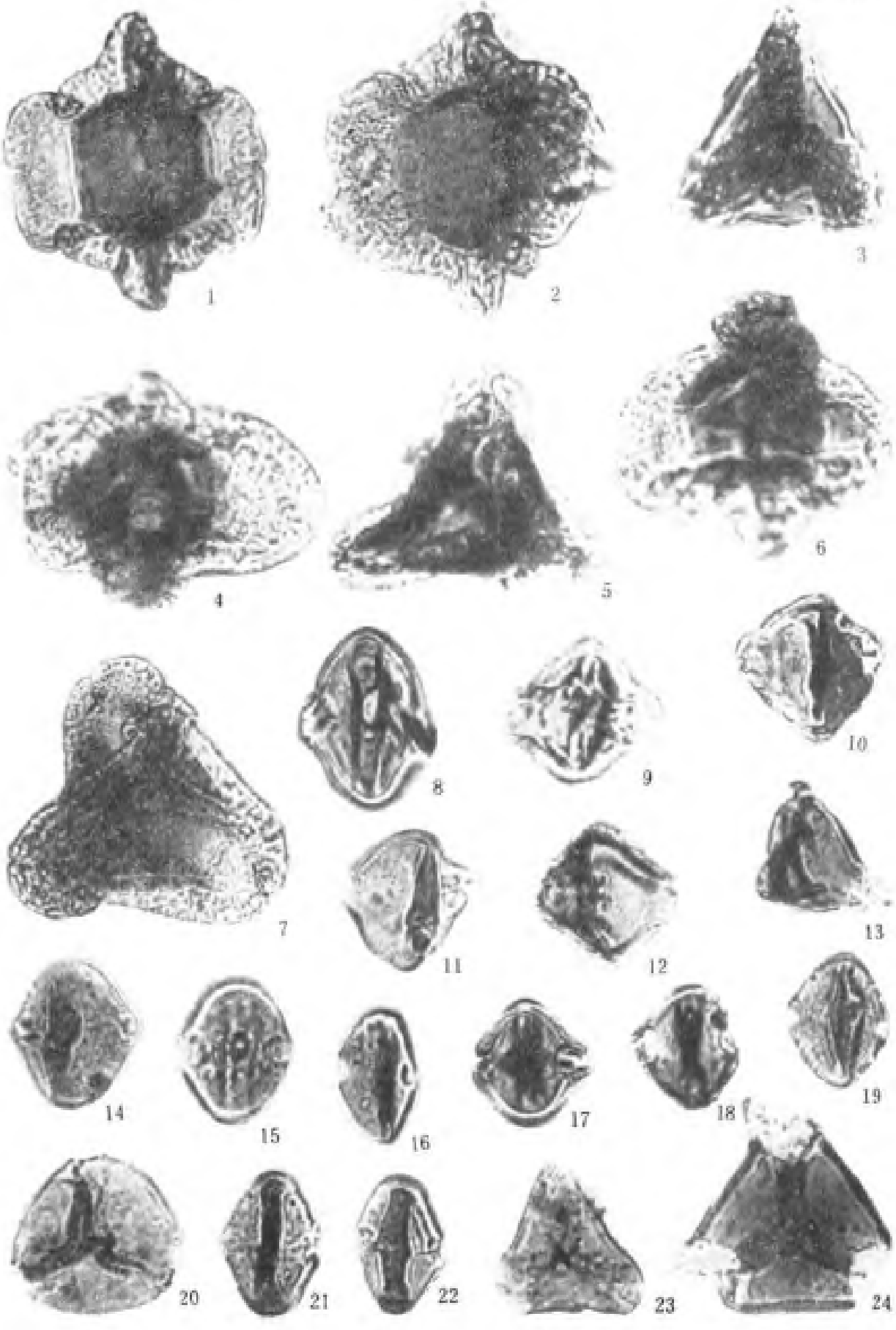
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

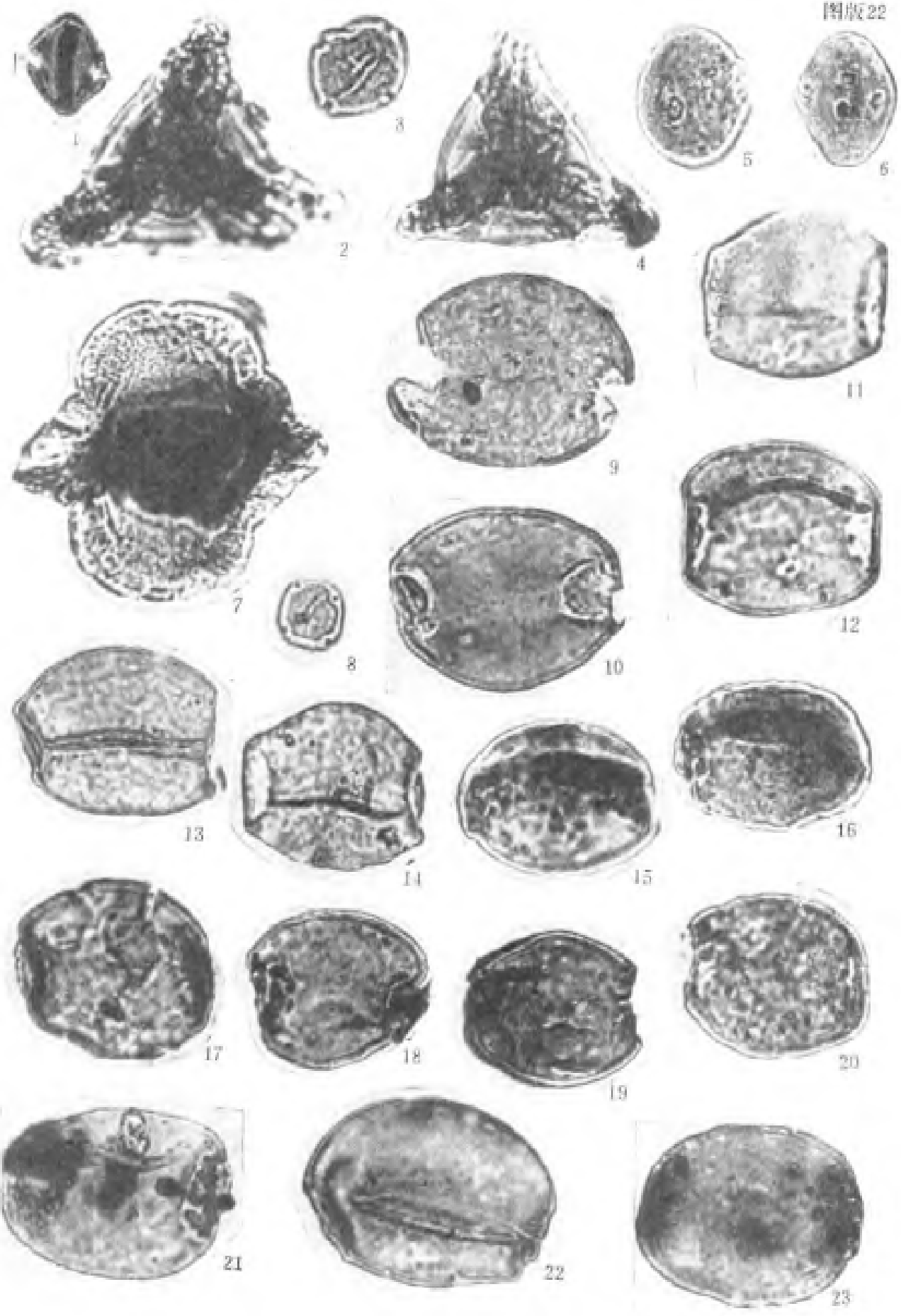

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

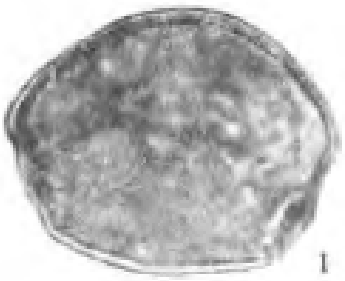

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

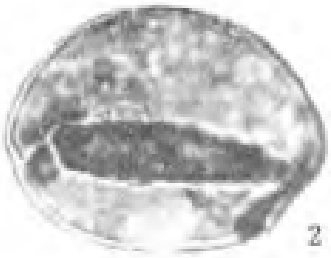

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

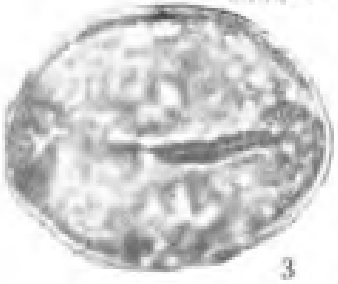

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

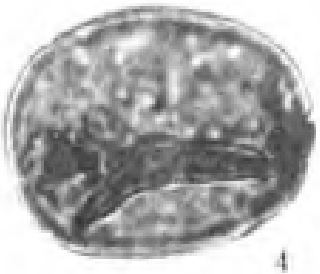

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

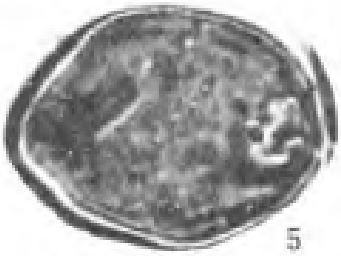


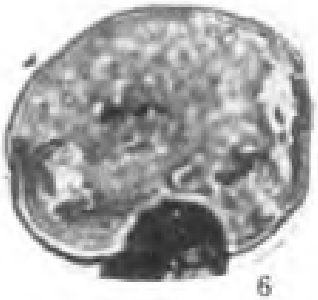

1

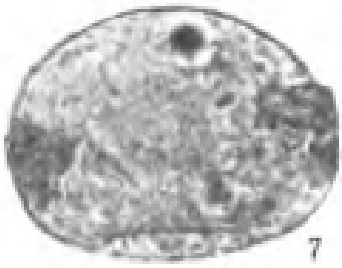

2

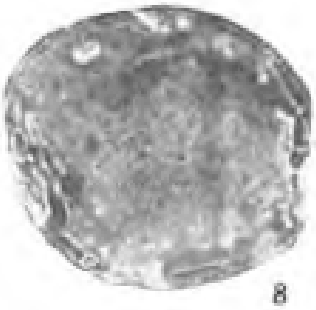

3

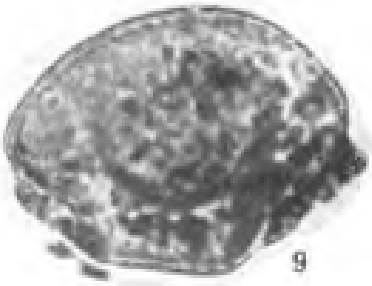

4

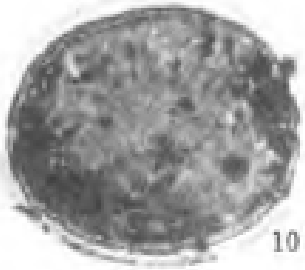

5

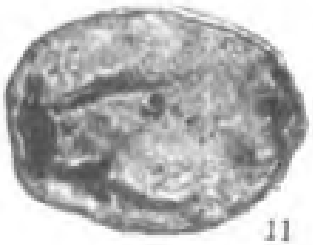

6

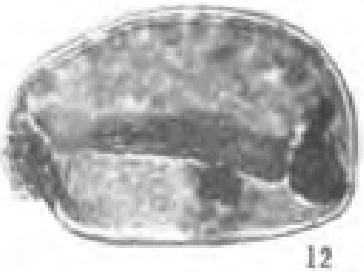

7

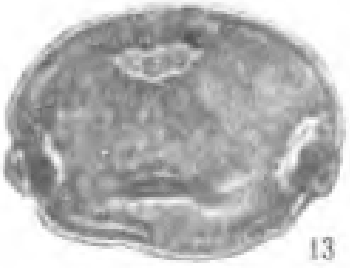

8

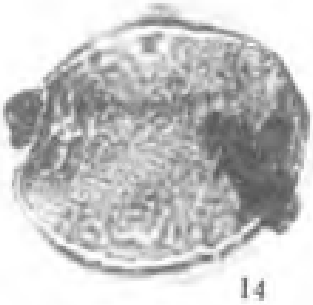

9

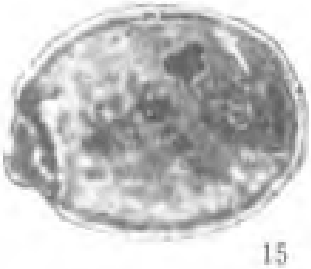

10


11

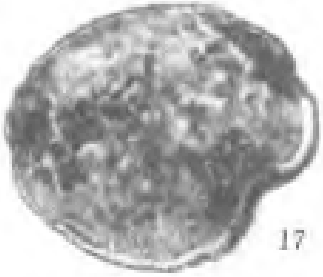

12


13

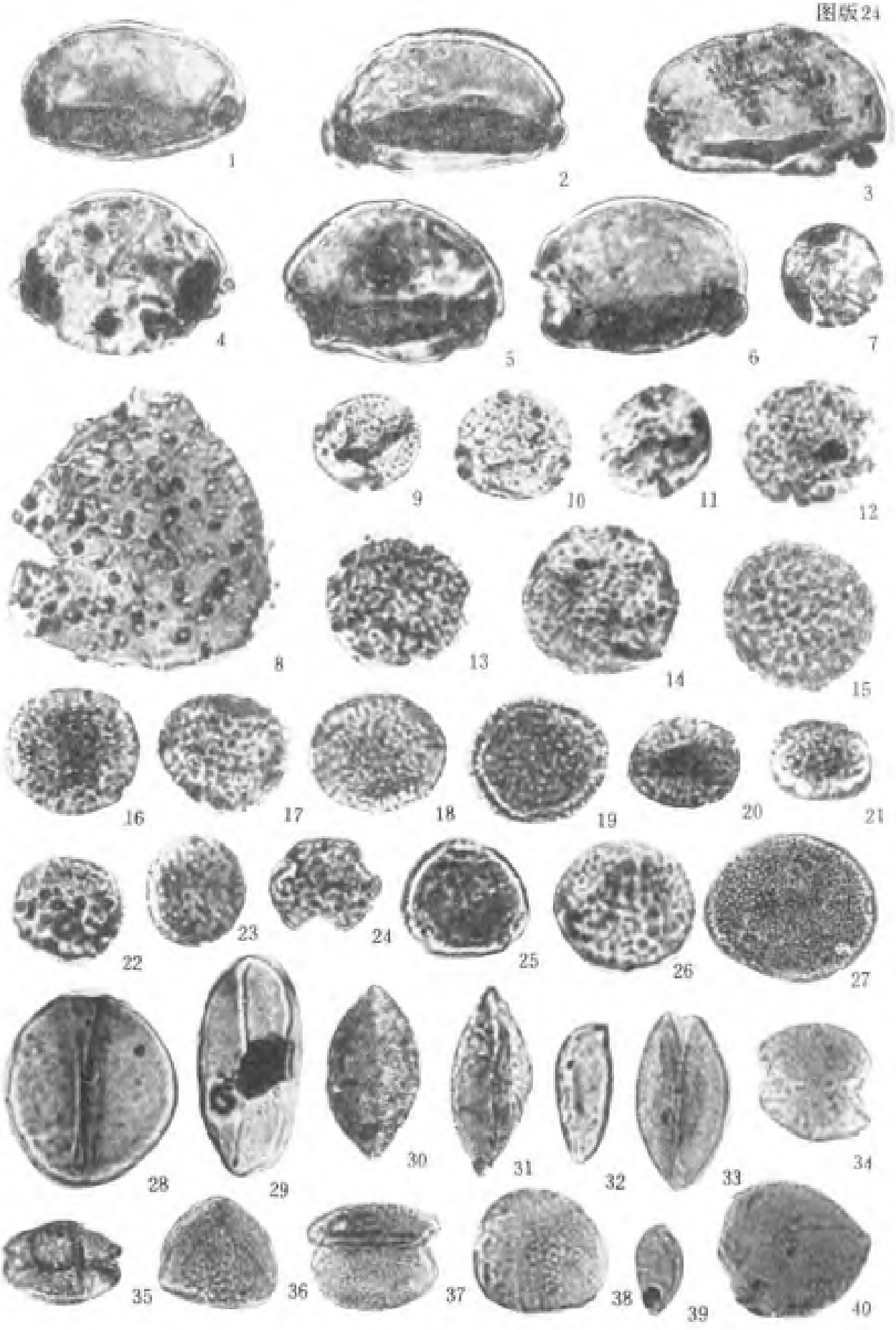

14

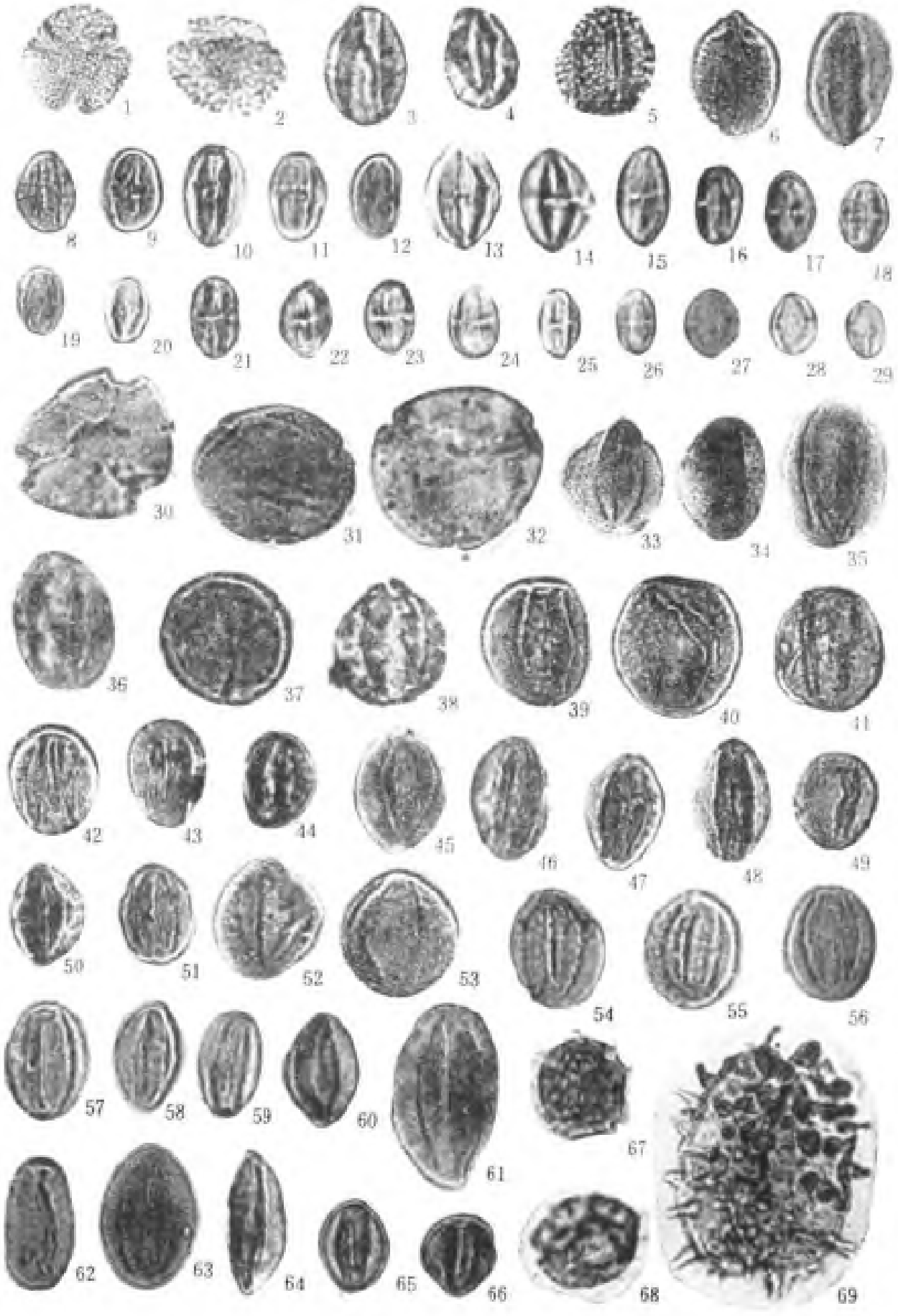

15

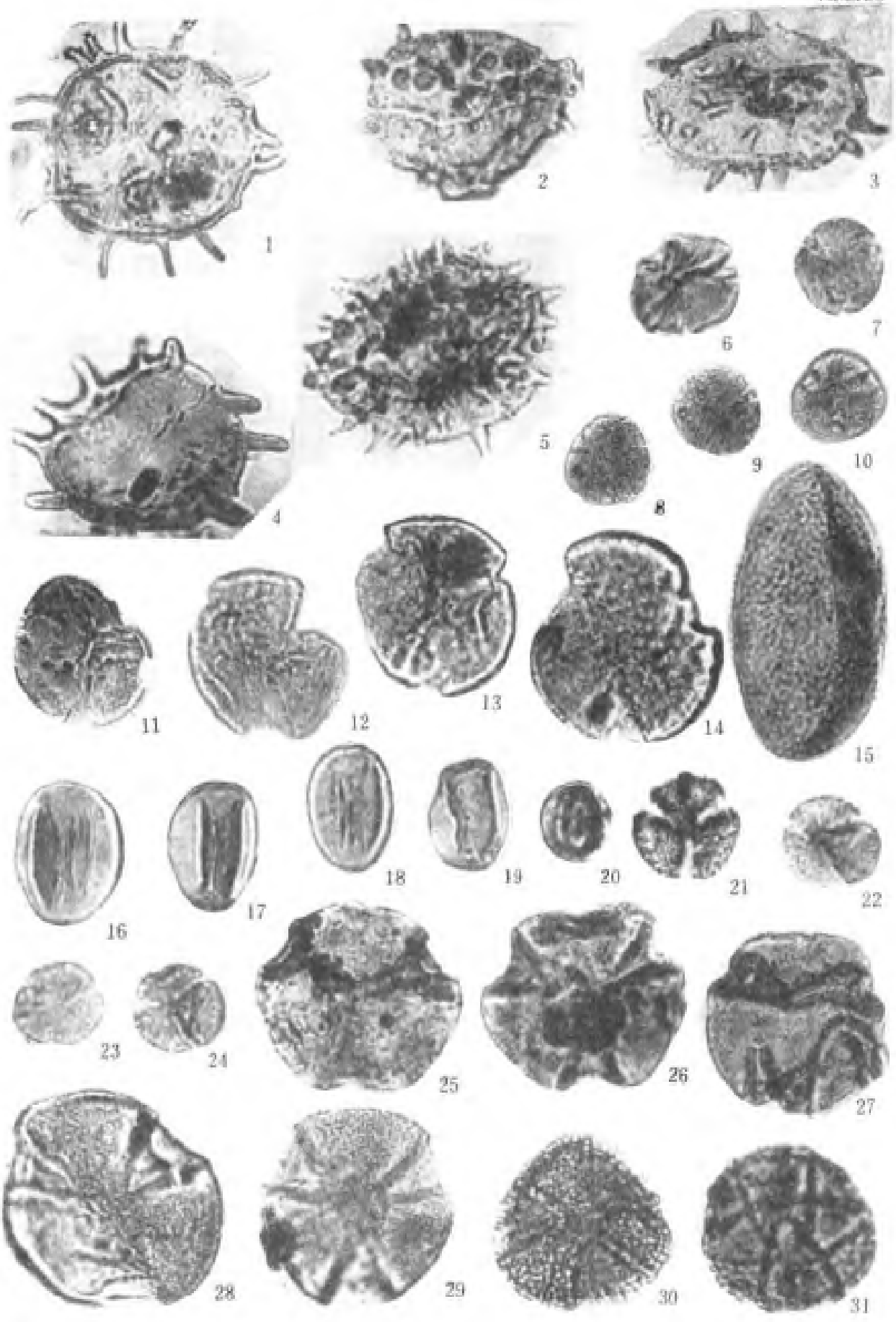
16

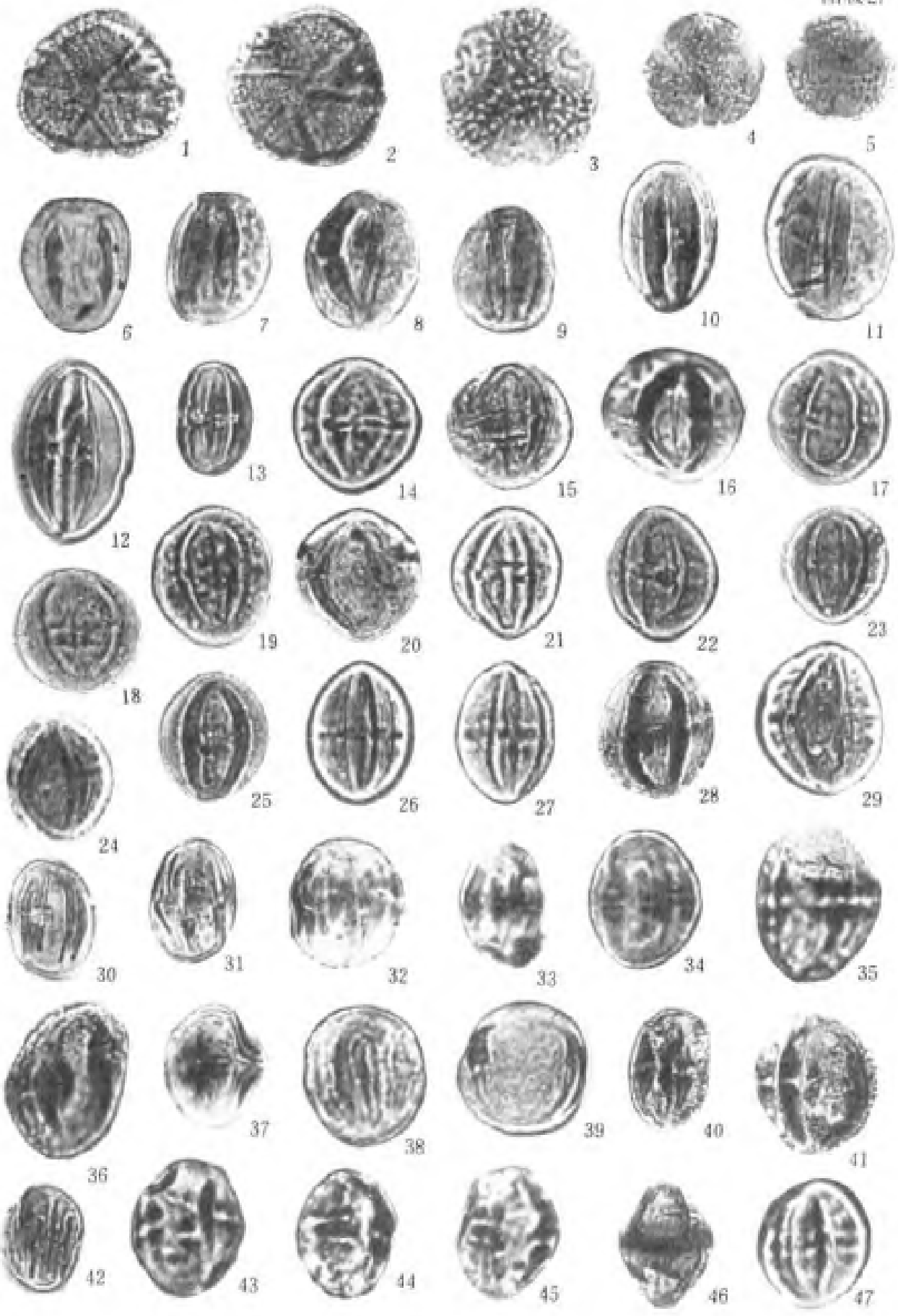

17

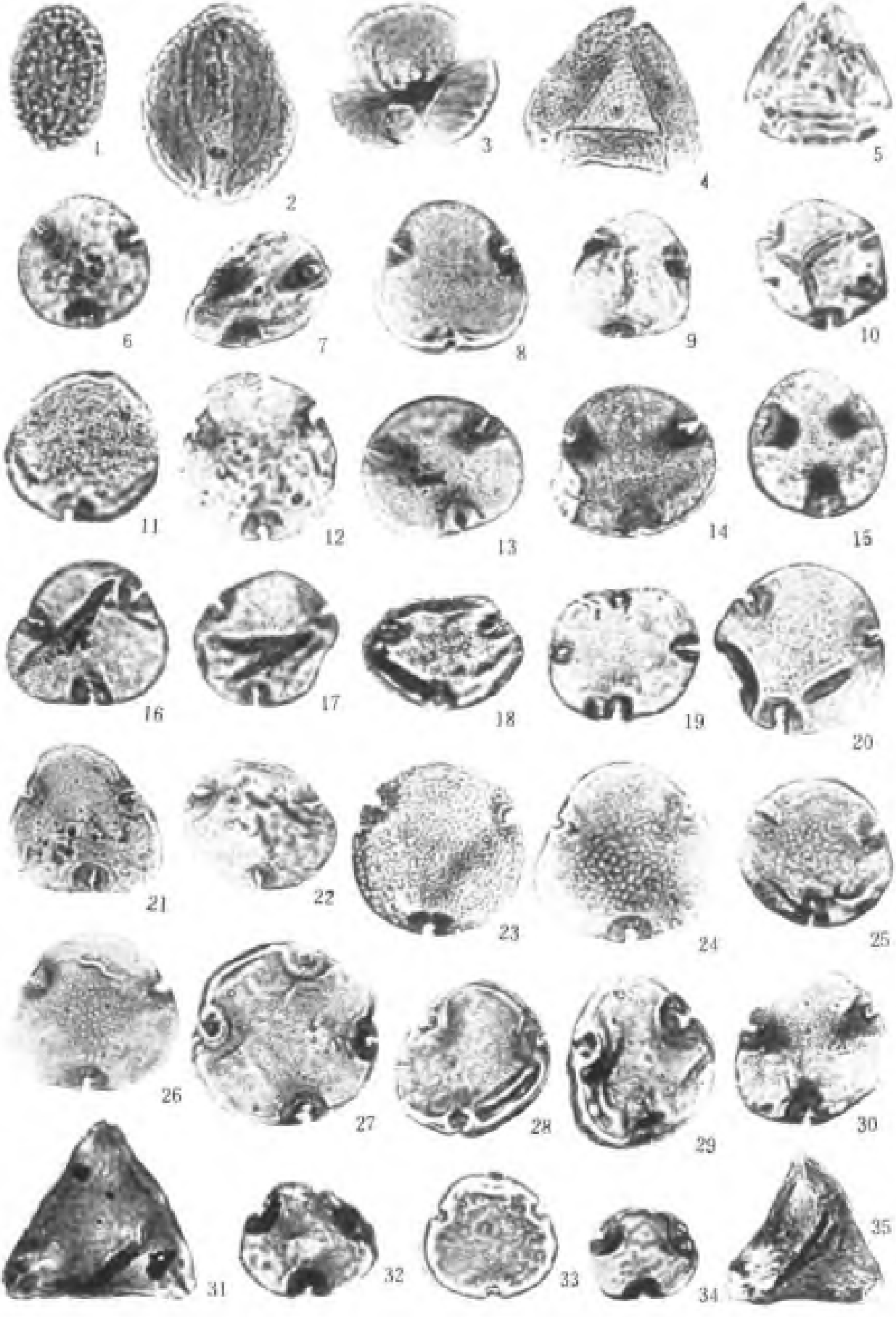
18

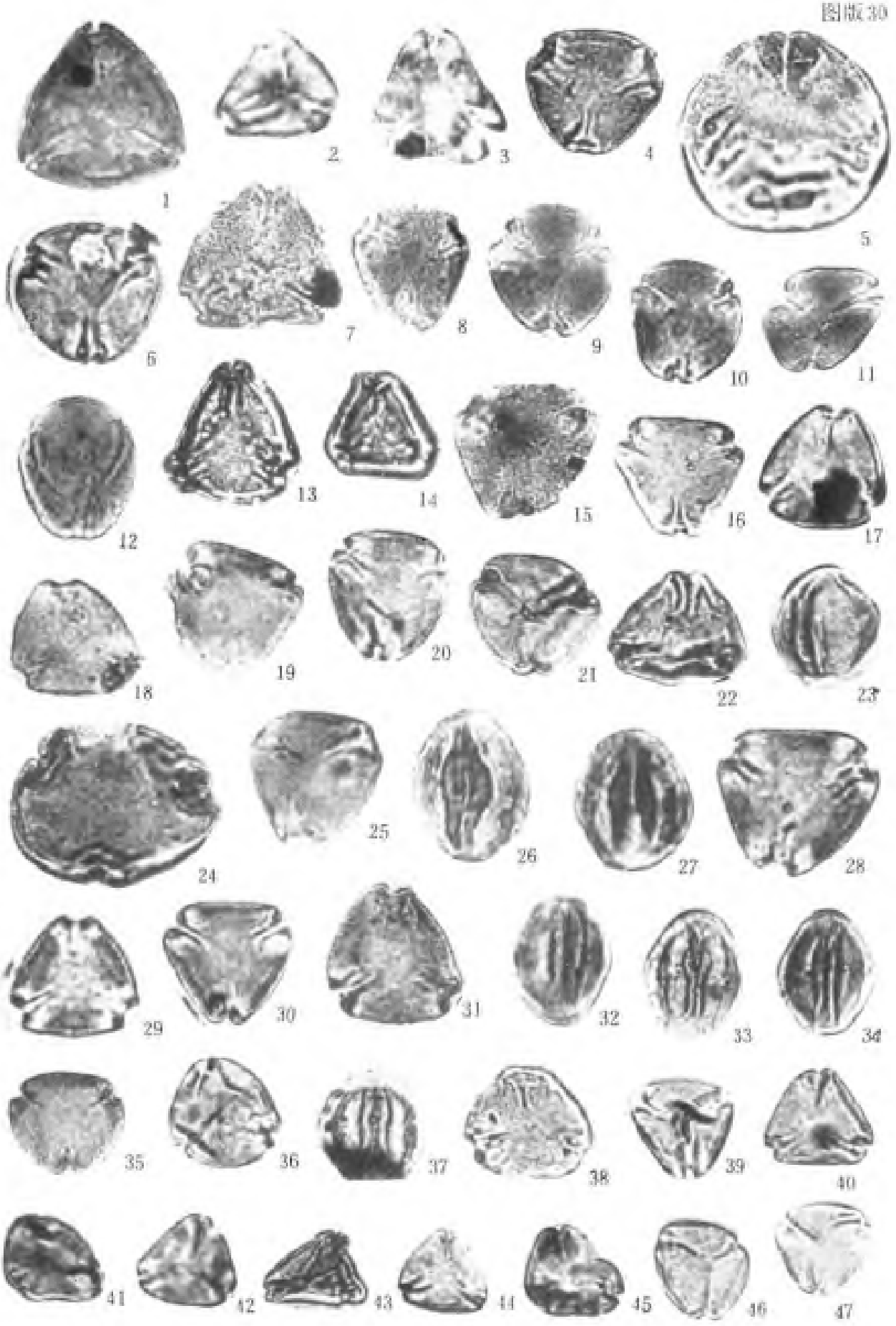

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

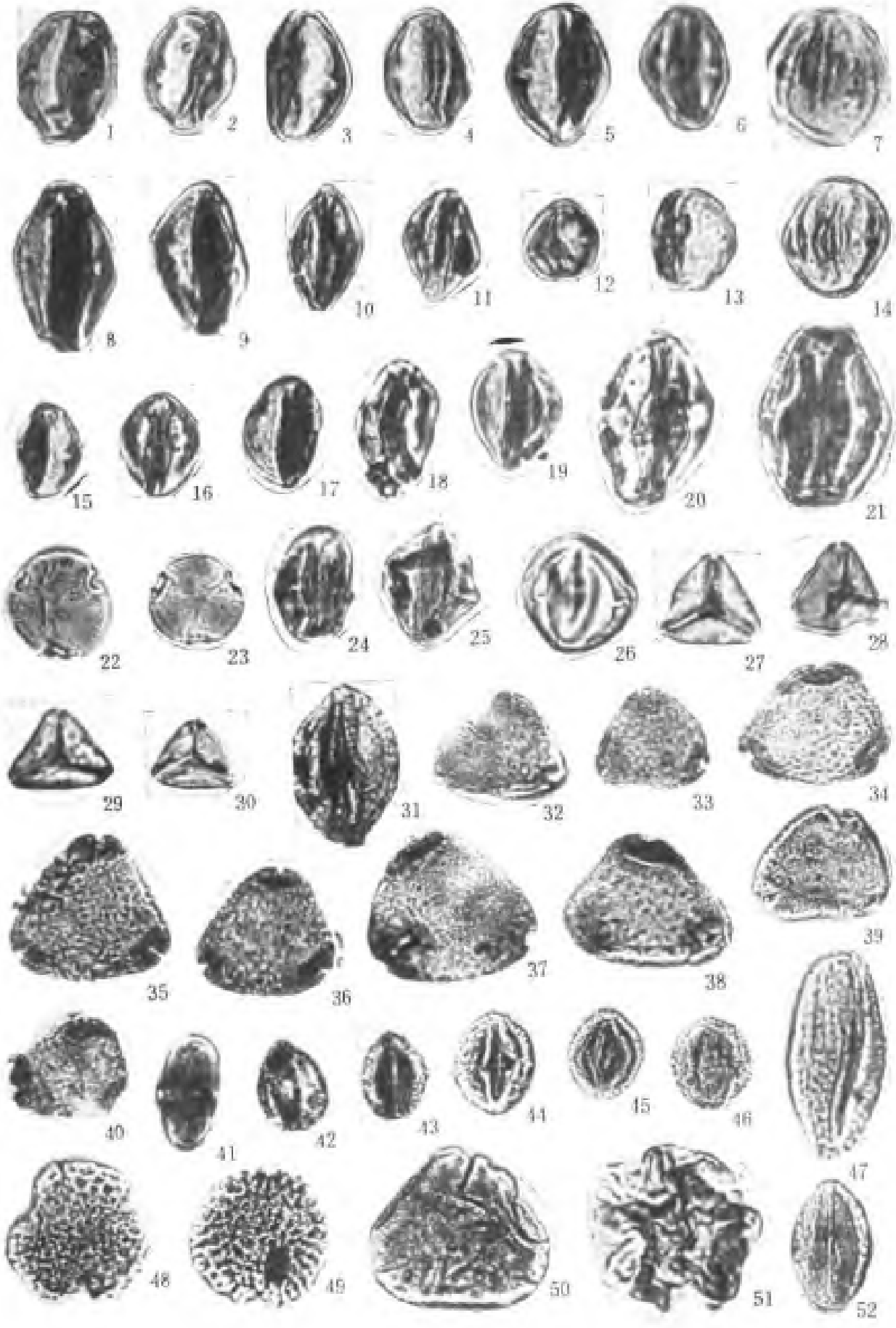

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69

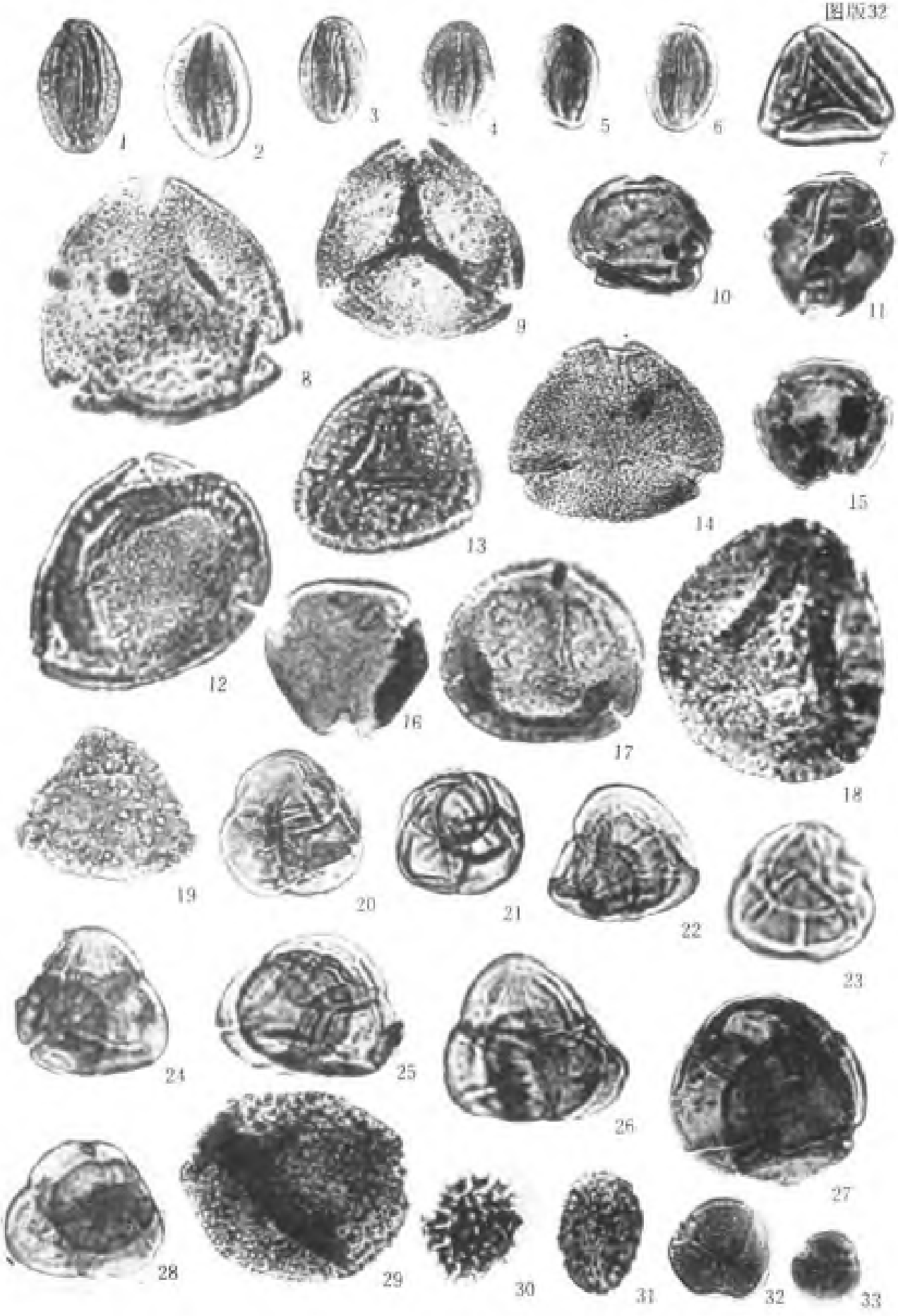

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

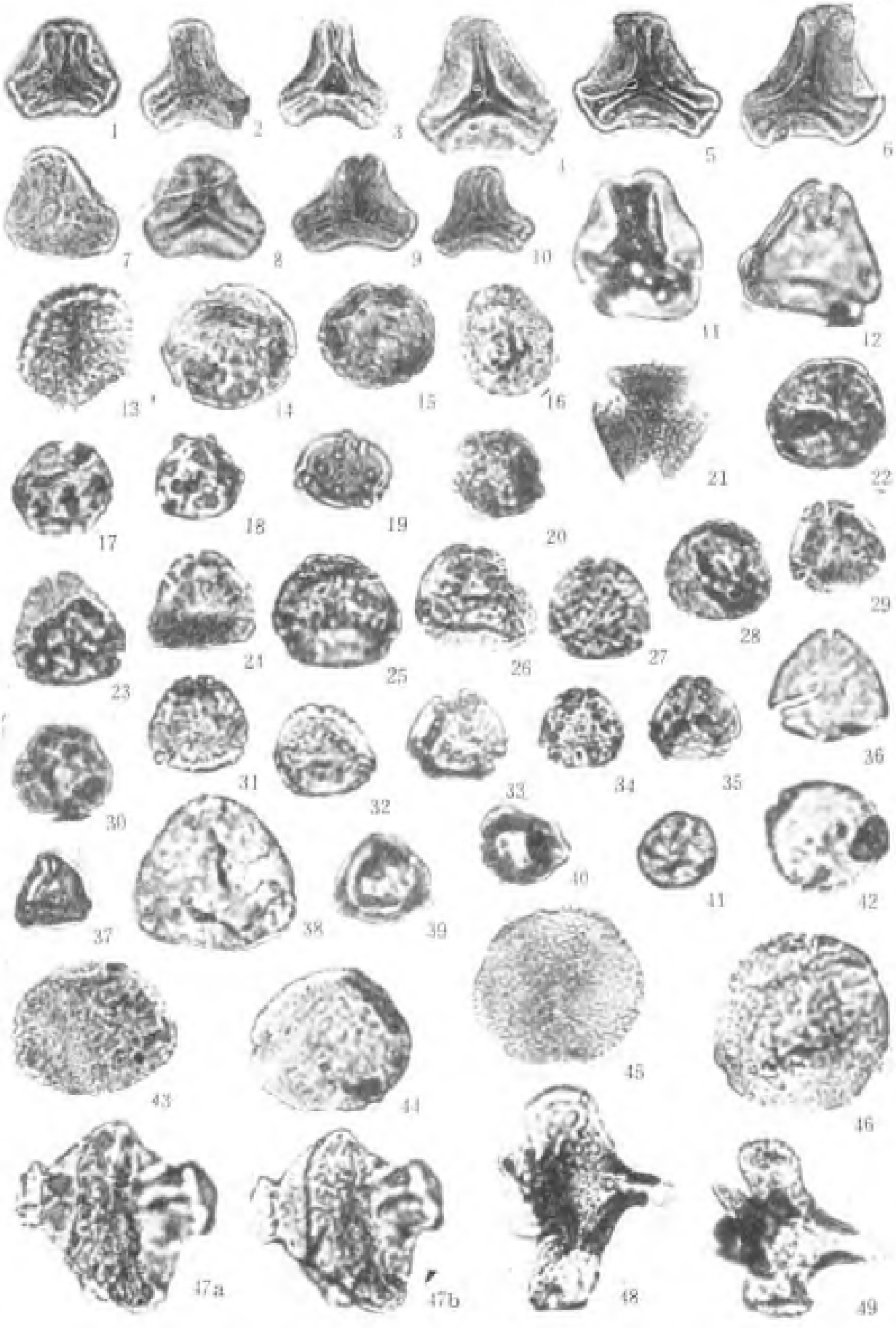

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47

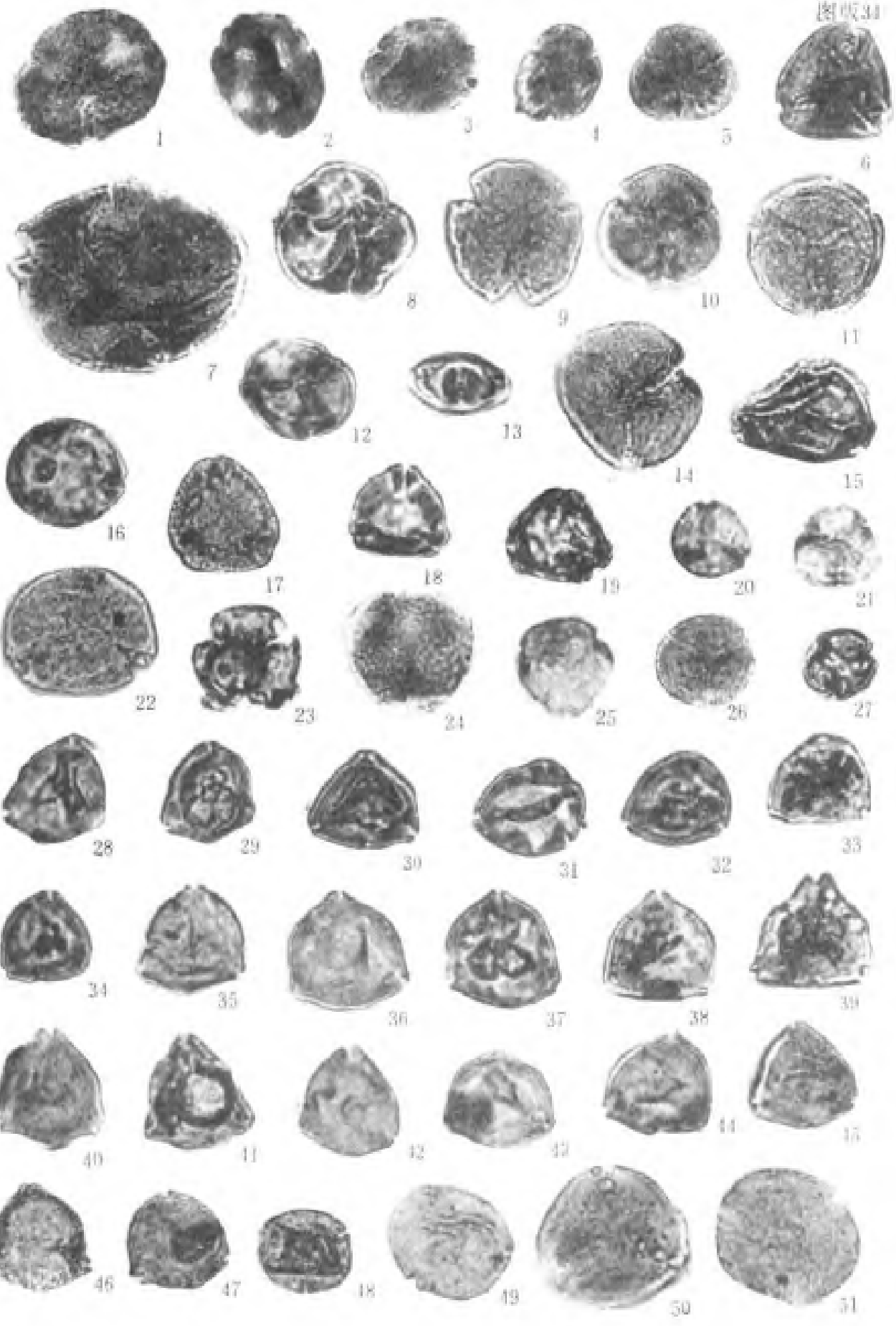

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

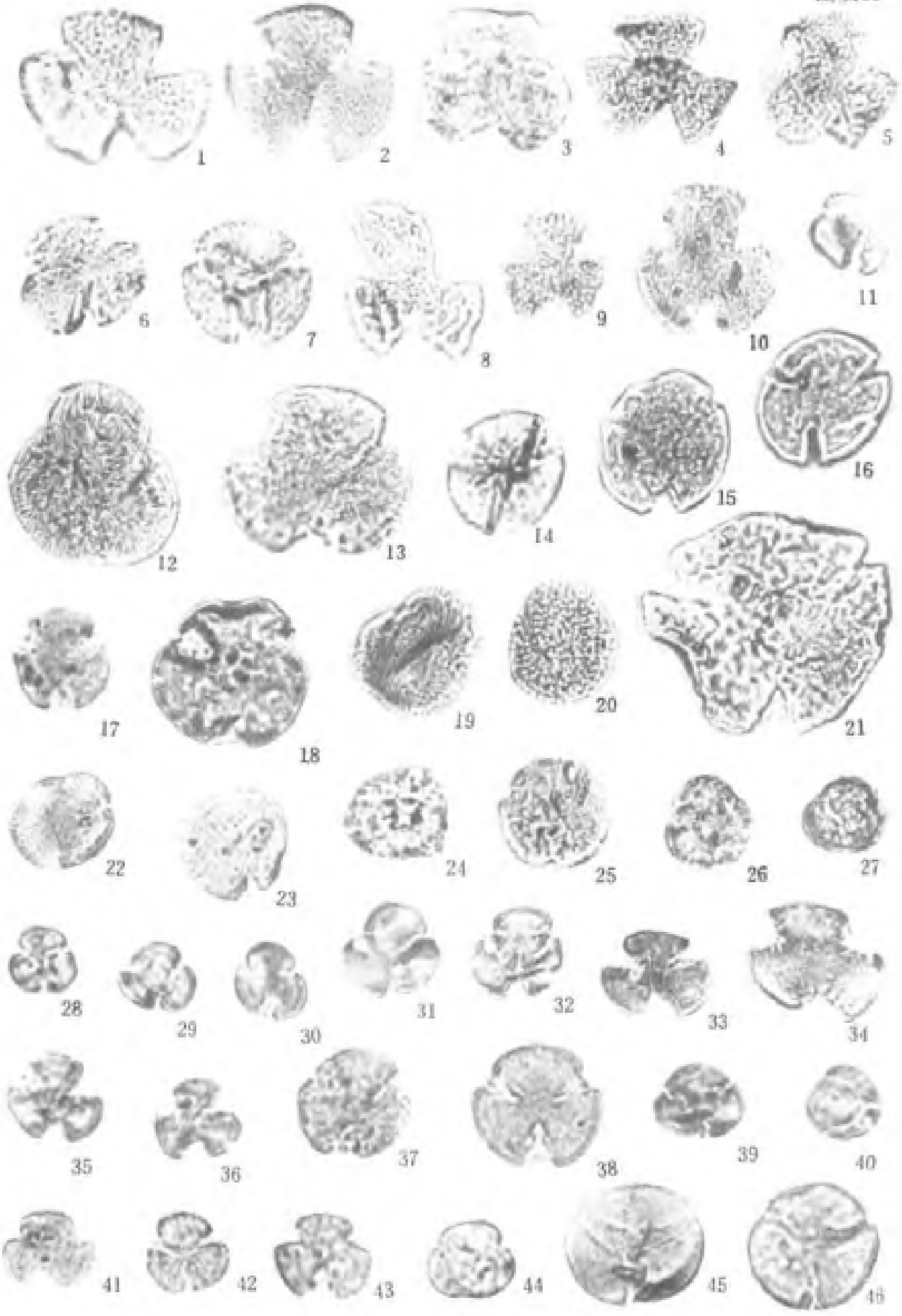


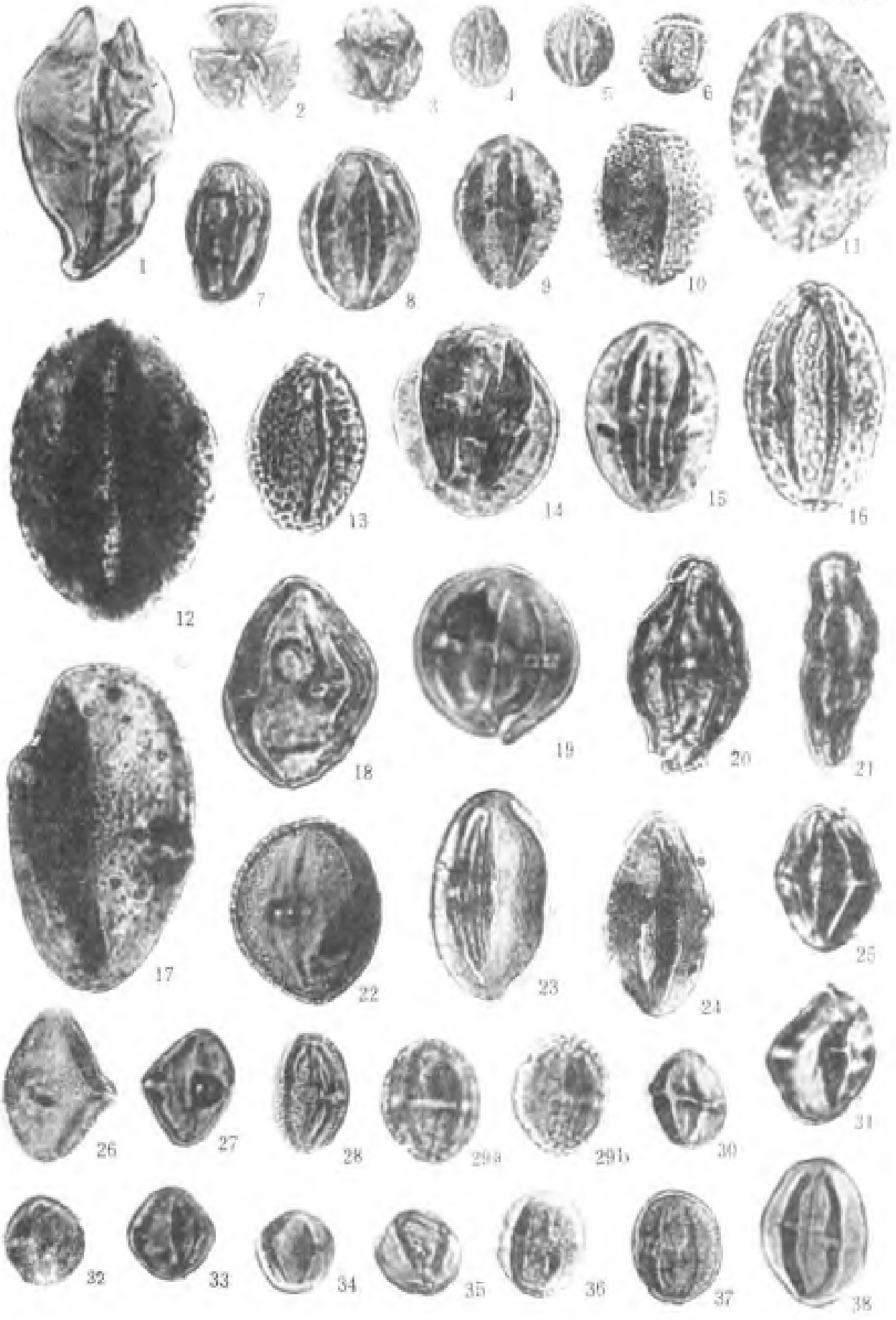

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52

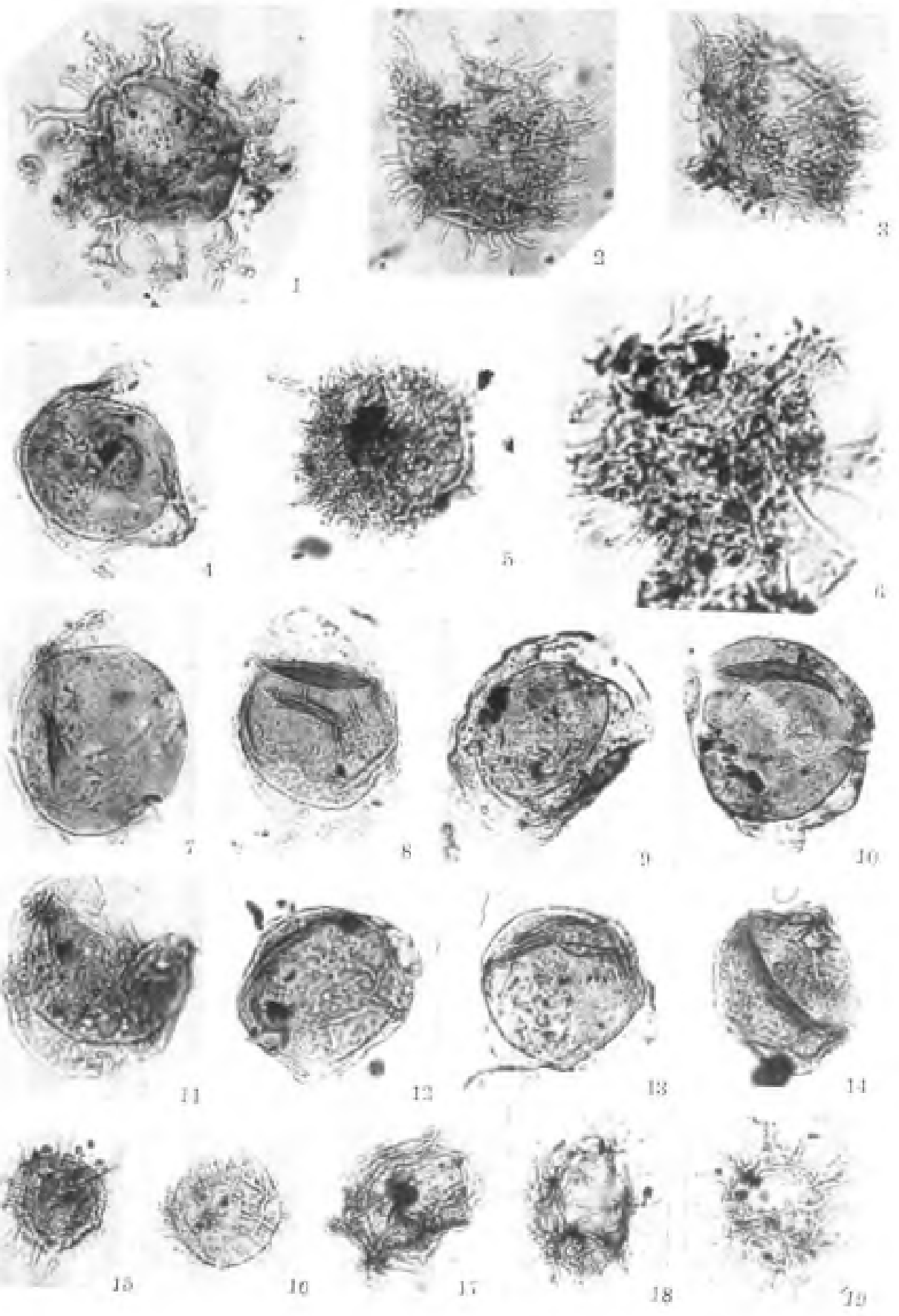

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

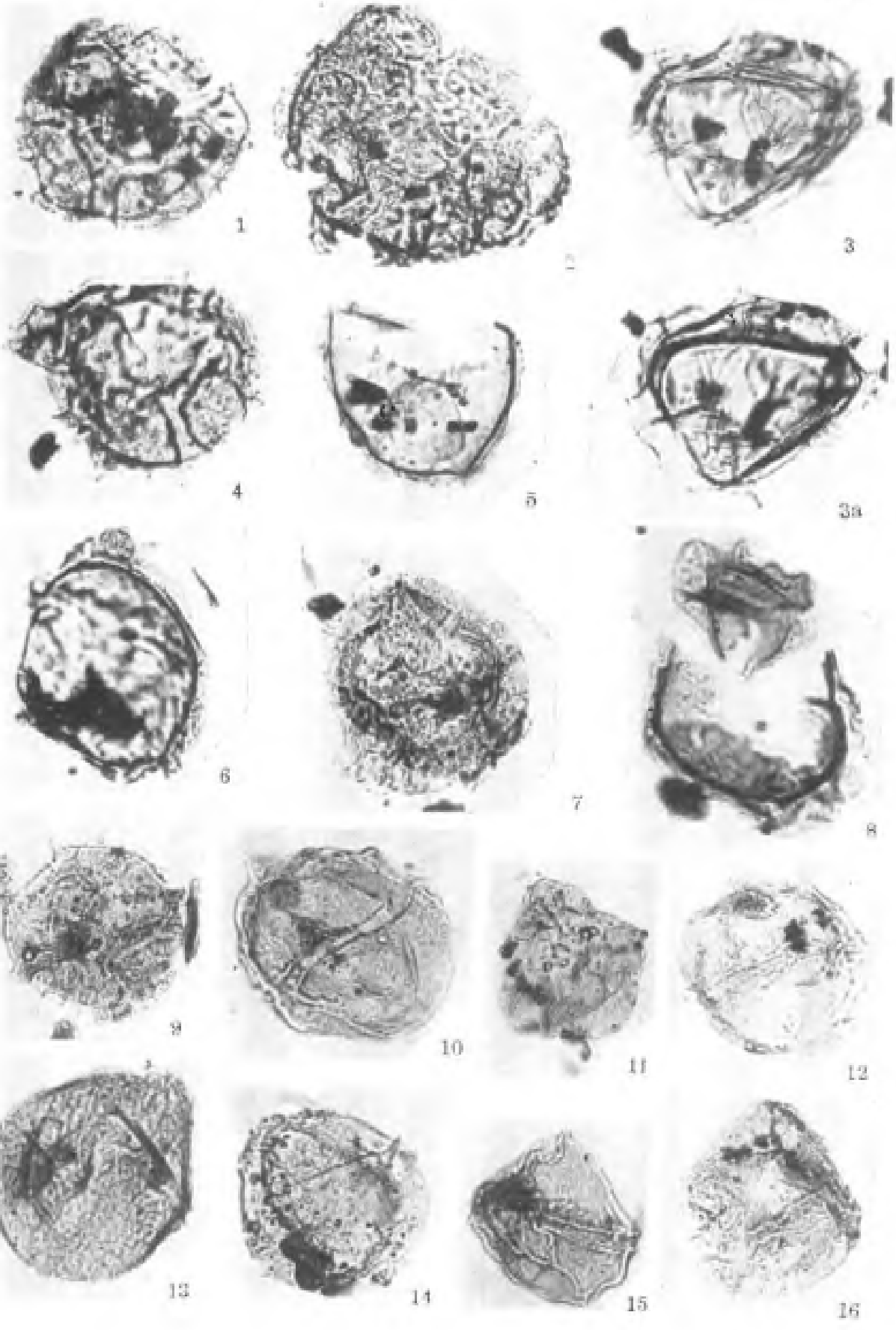

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47a
47b
48
49

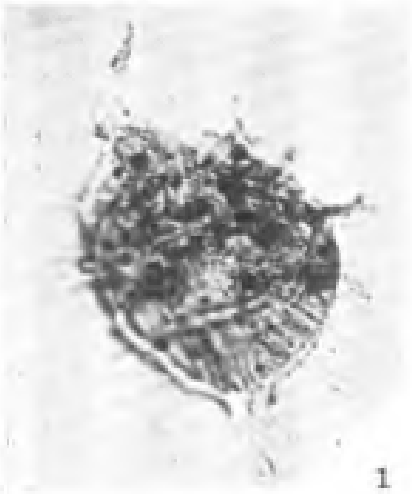

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

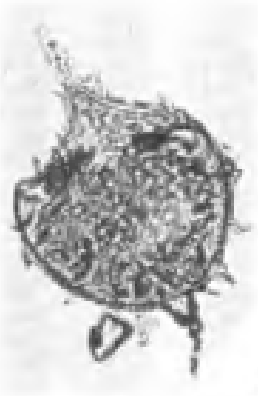

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29a
29b
30
31
32
33
34
35
36
37
38



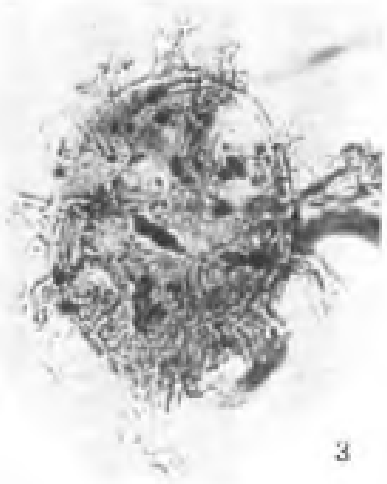

1
2
3
4
5
3a
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16



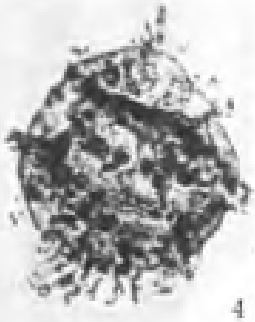
1



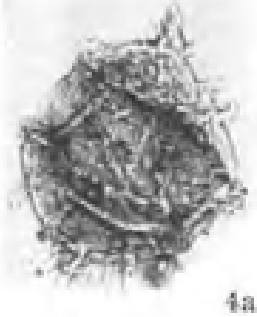
2



3



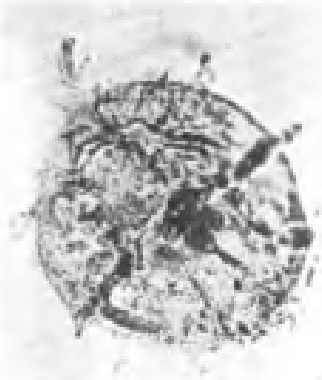
4



4a

5

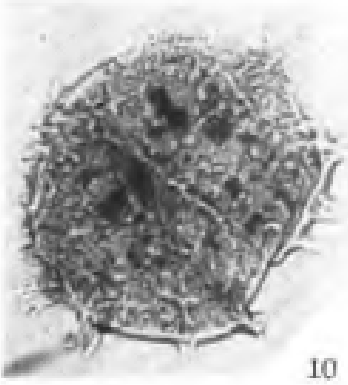
6



7

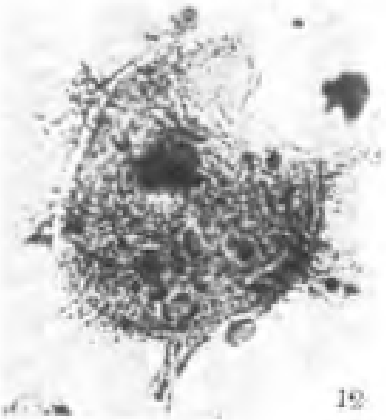
8

9

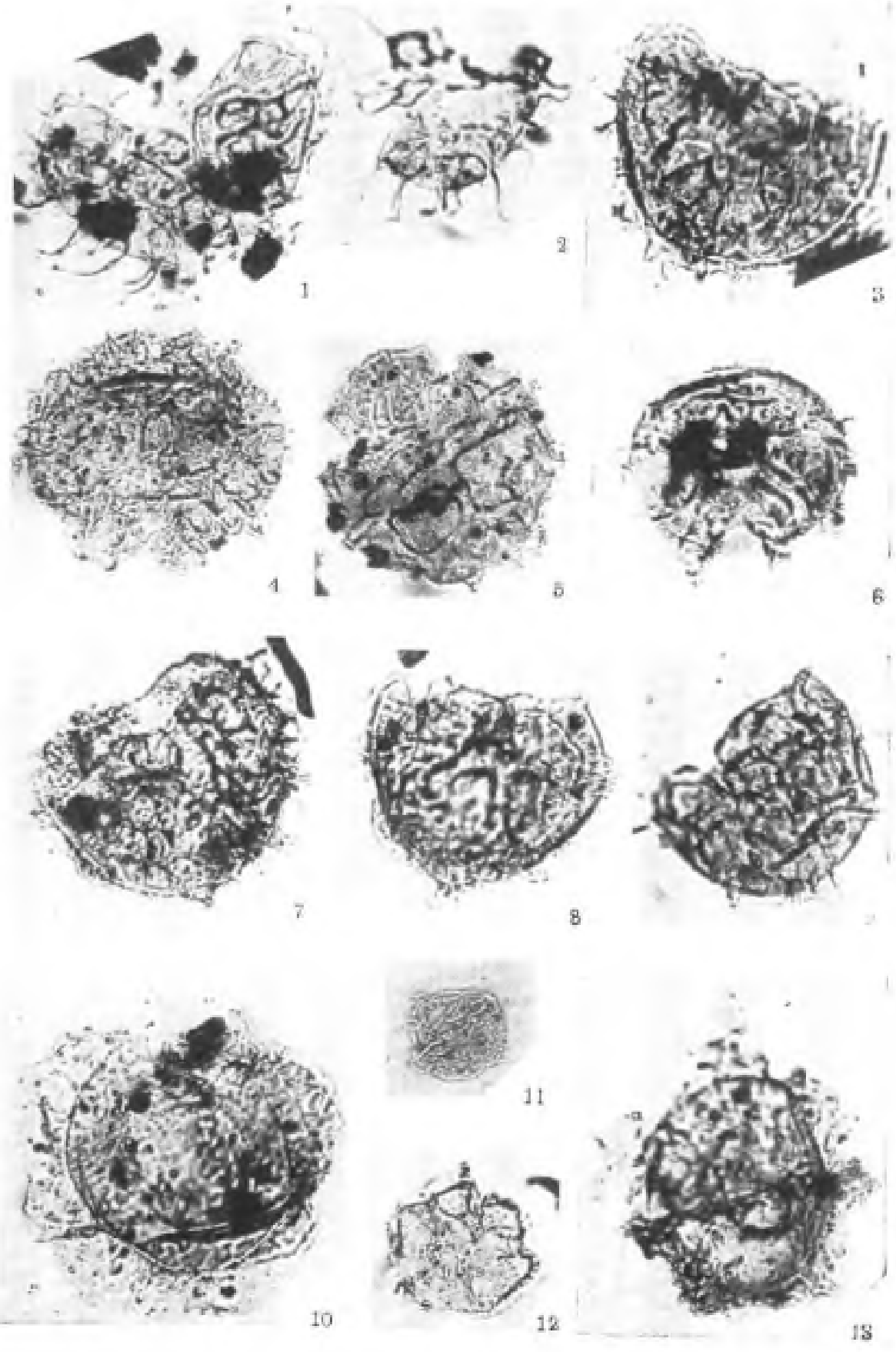


10

11



12

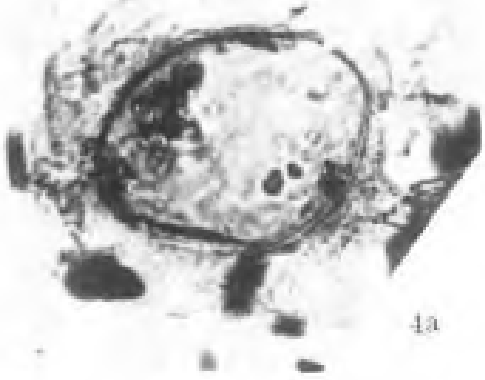


1

2

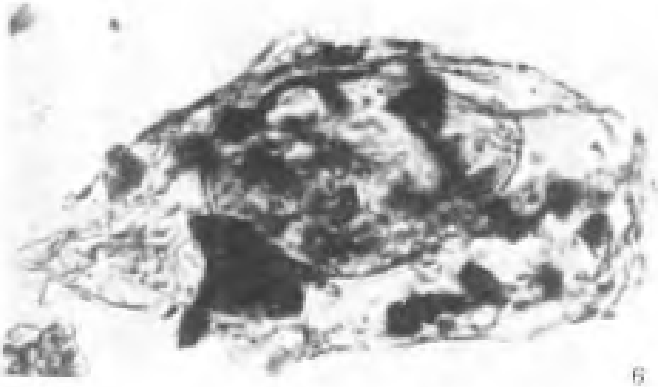
3

4

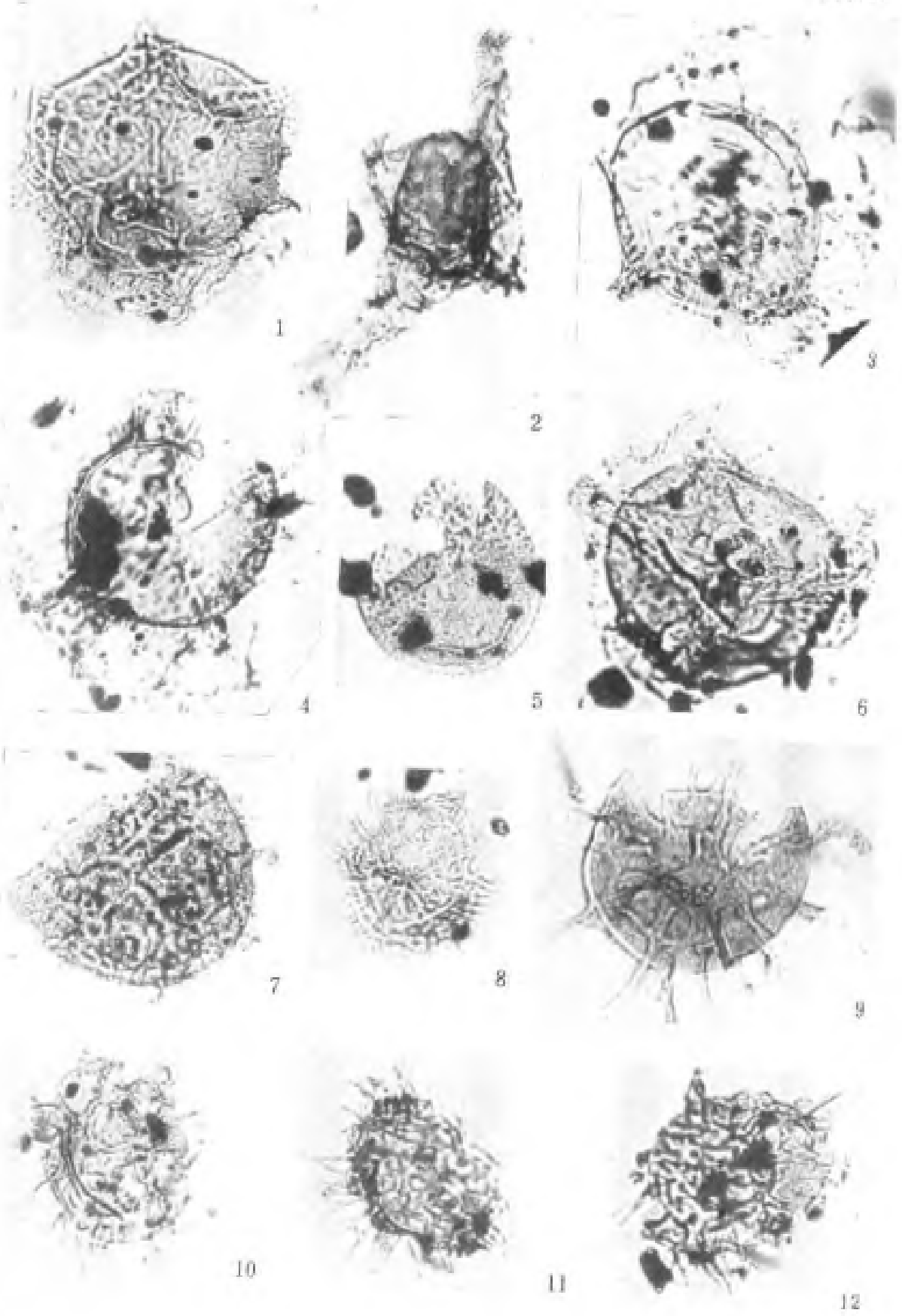


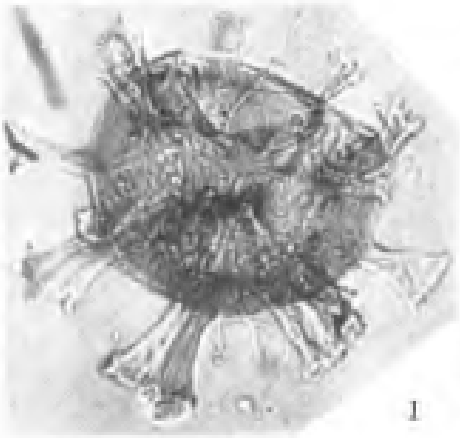
4a

5



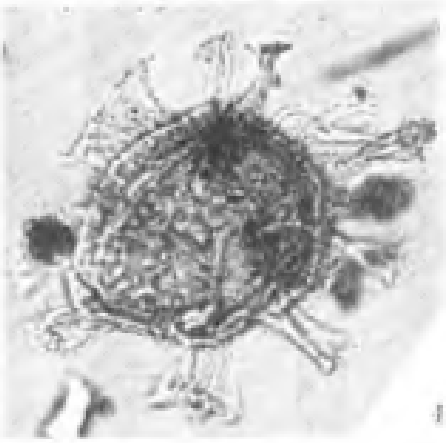
6

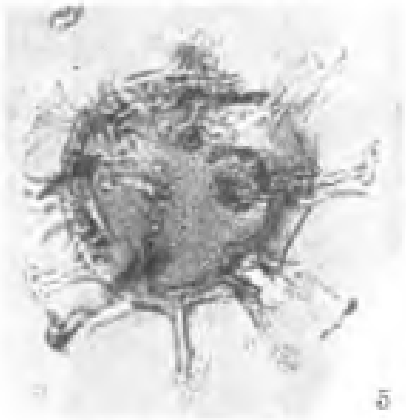

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12


1

2

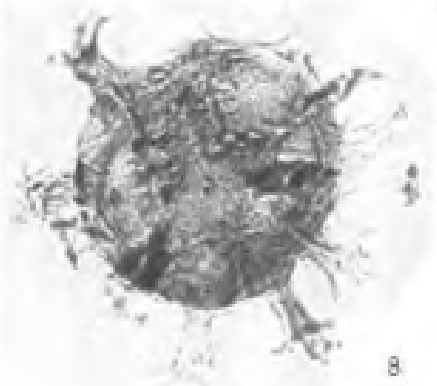
3


4


5

6

7

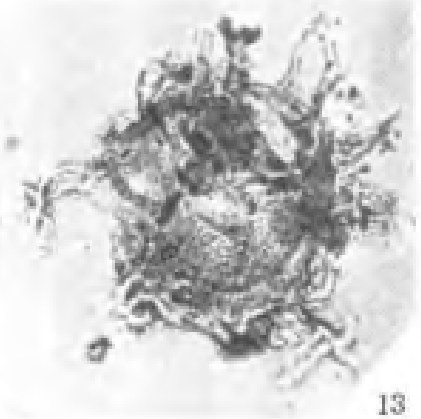

8

9

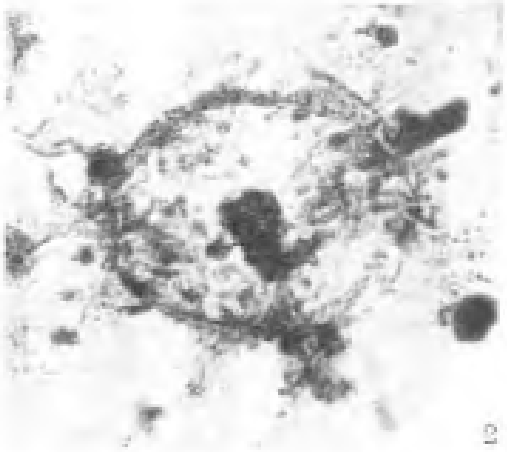
10

11

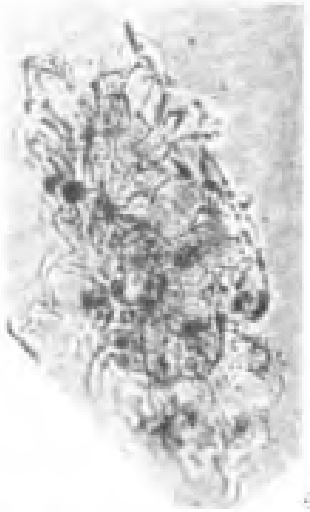
12


13

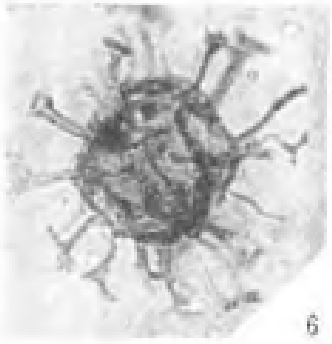
1

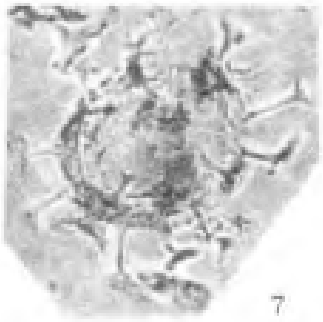

2

3

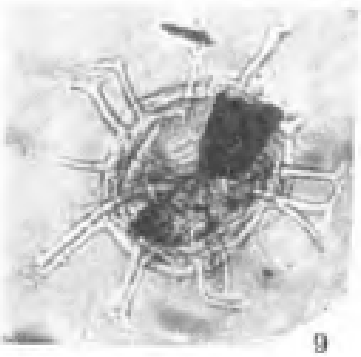

4

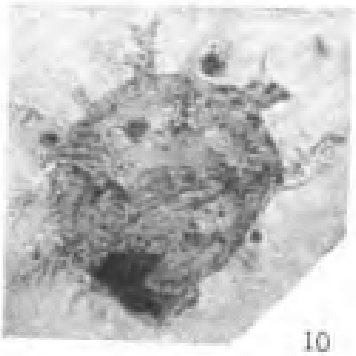
5

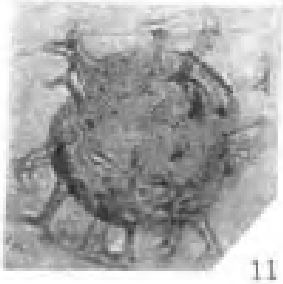

6


7

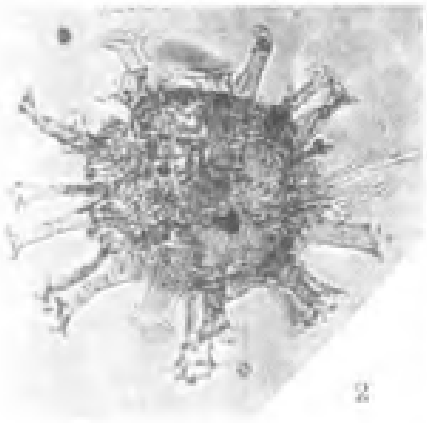
8

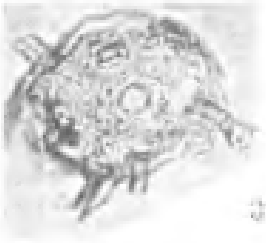

9

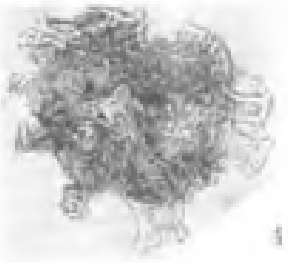

10

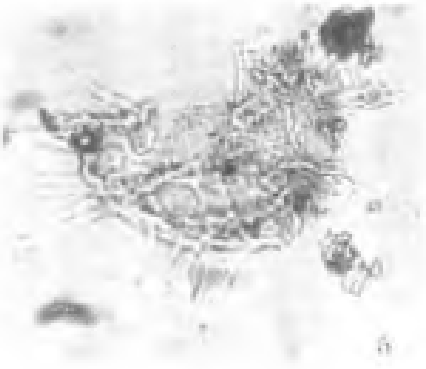

11

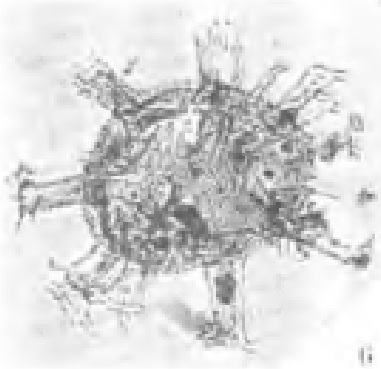
1

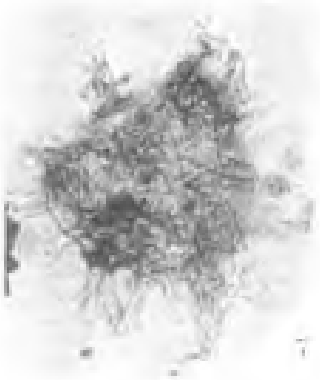

2

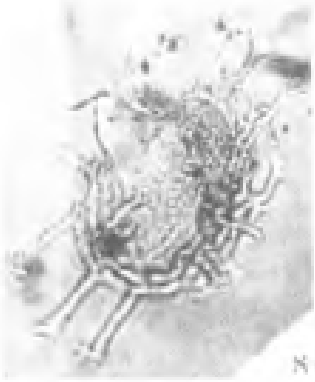

3

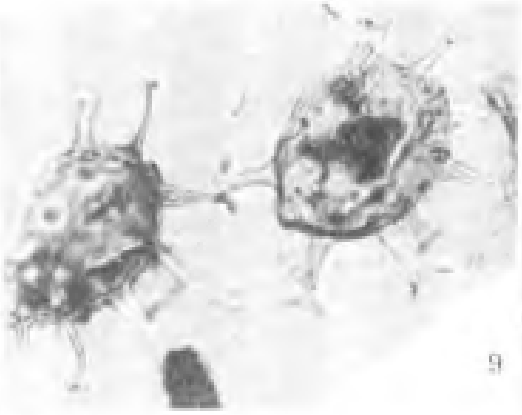

4

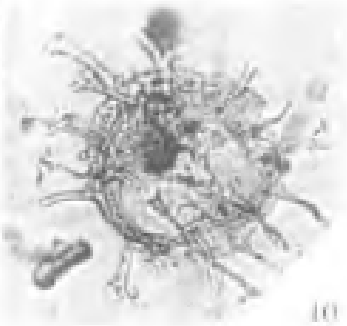

5

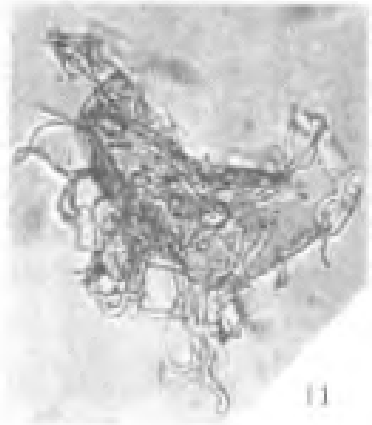

6

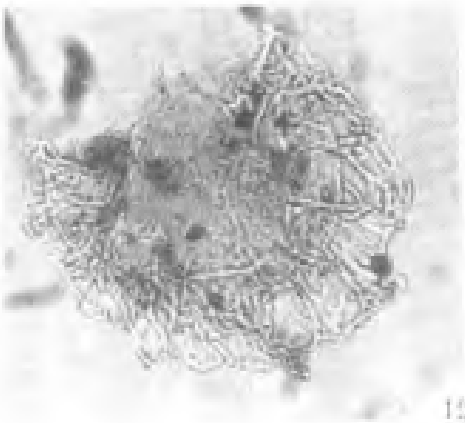

7


8

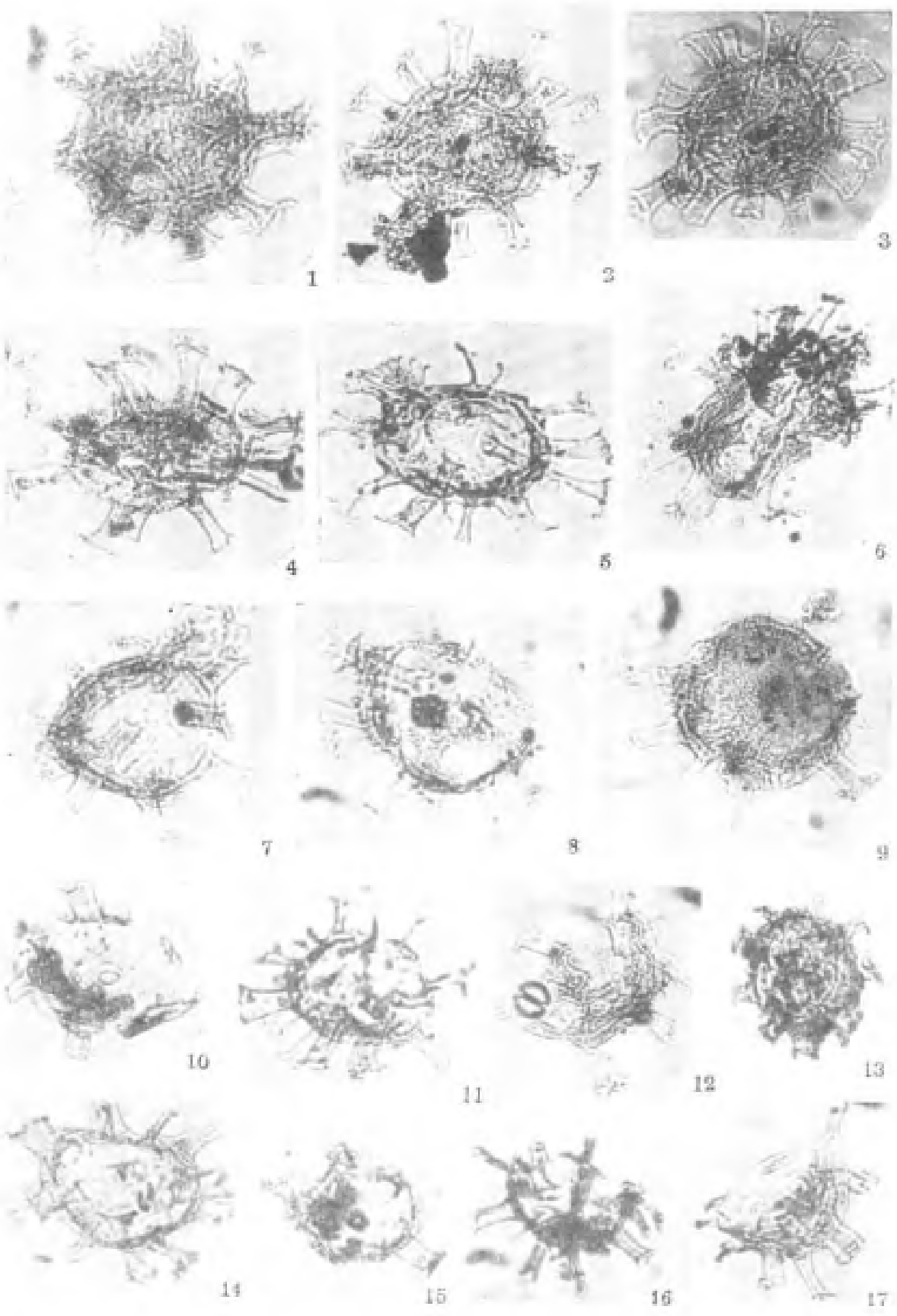

9

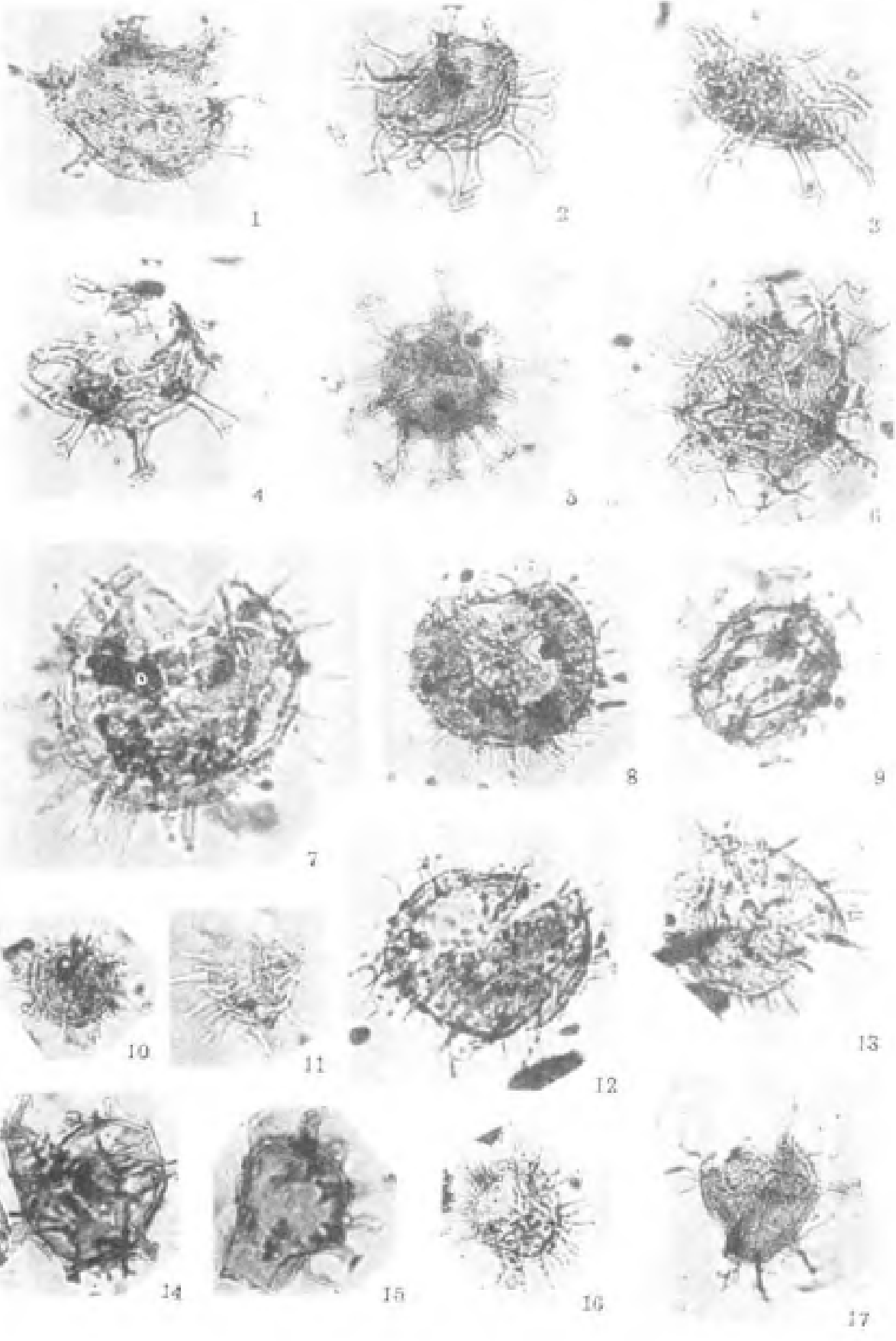

10

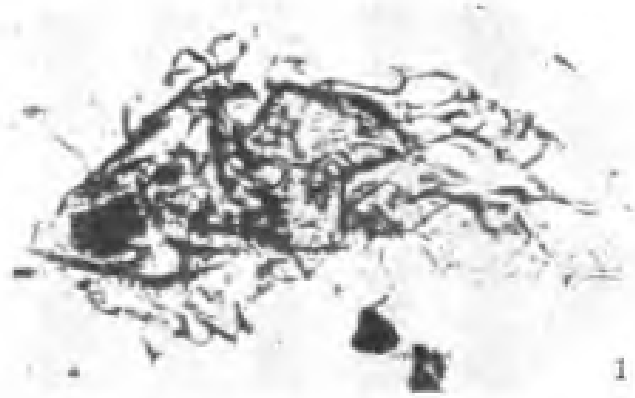

11

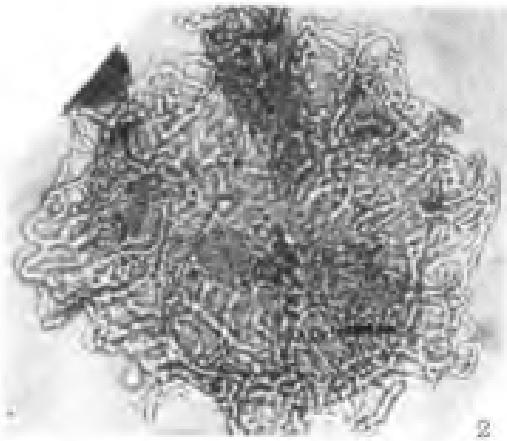

12

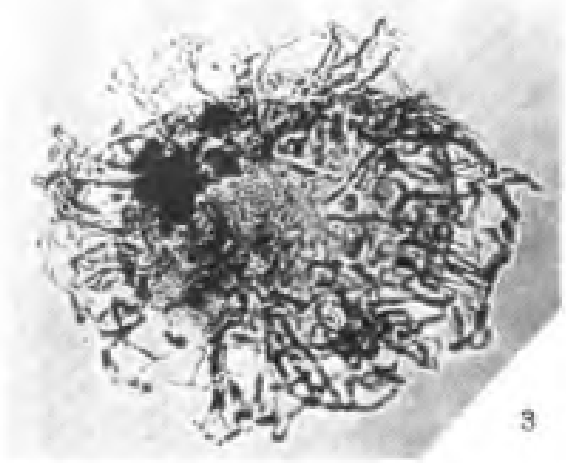
13

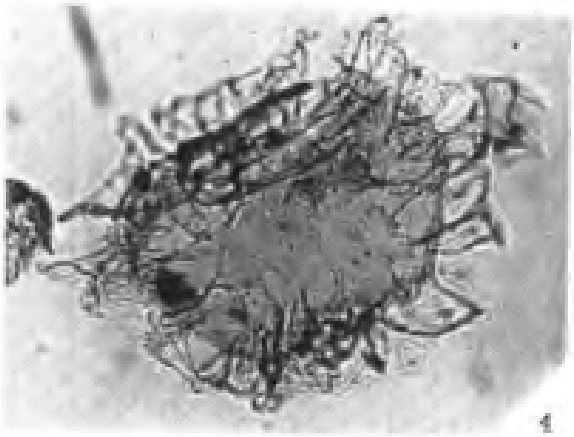


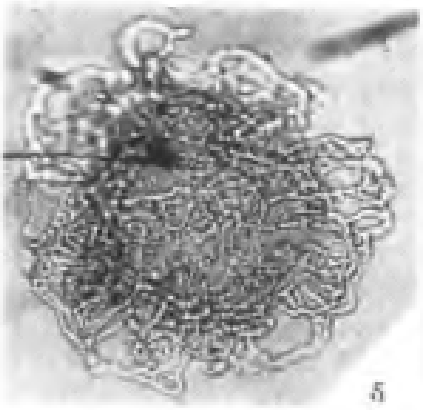


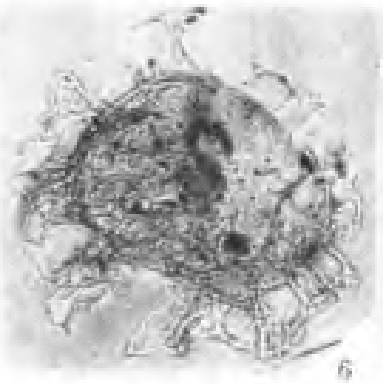

1

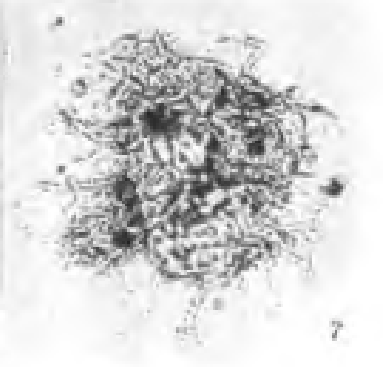

2

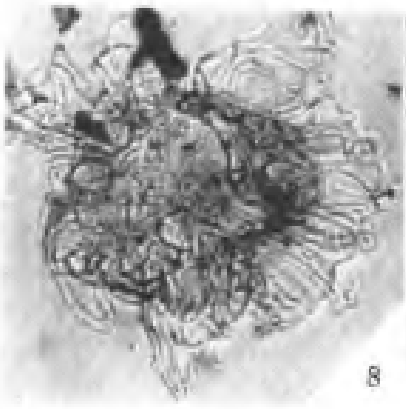

3

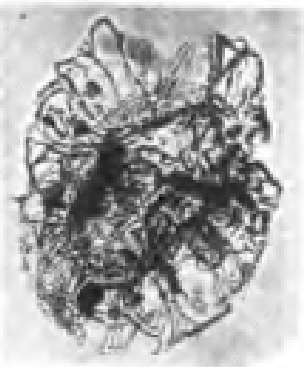

4

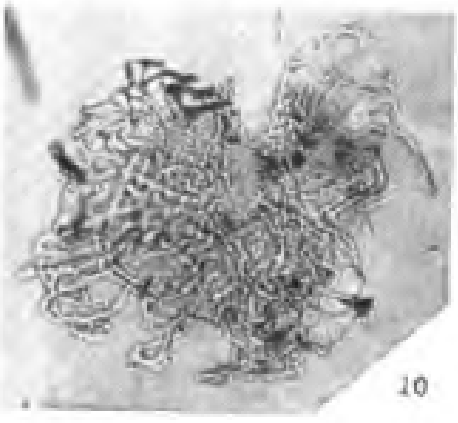

5

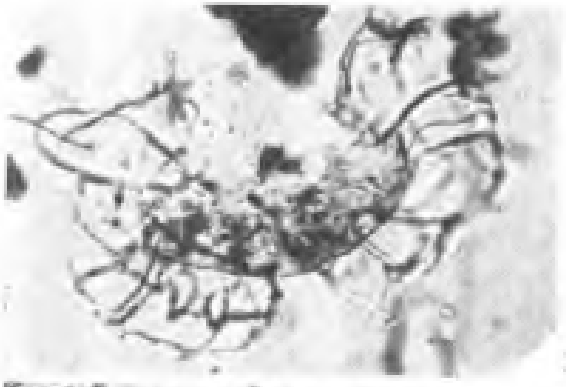

6

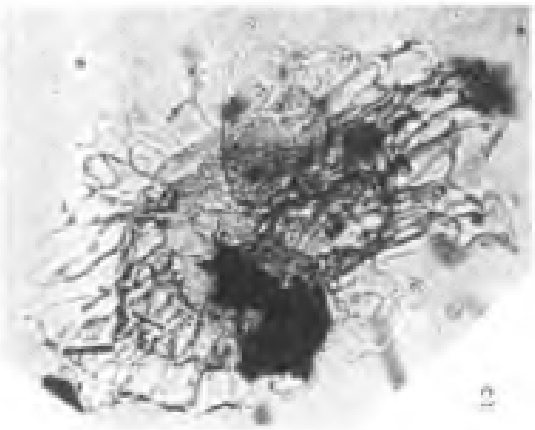

7

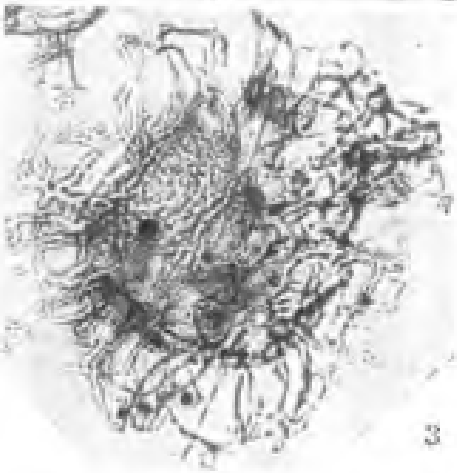

8


9


10

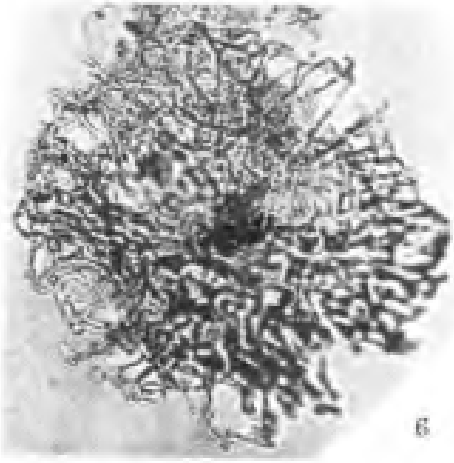

1

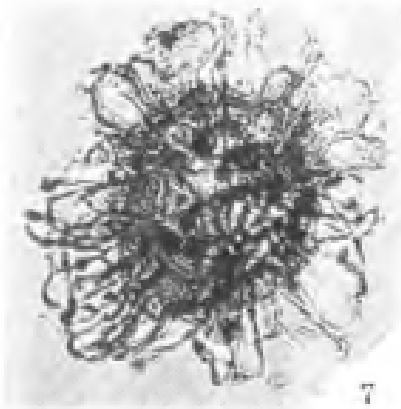

2


3

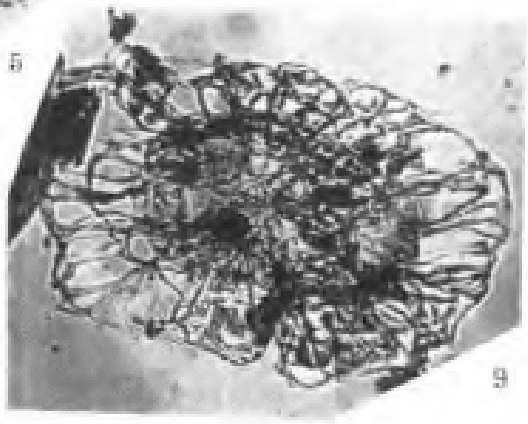
4

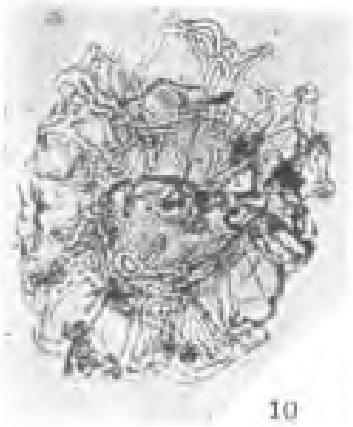
5

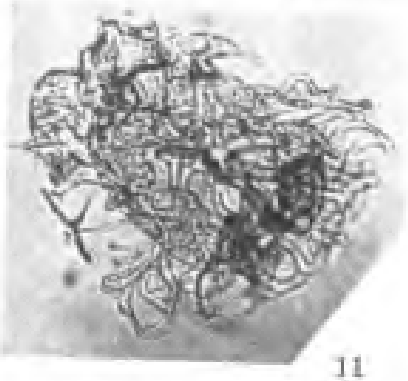

6

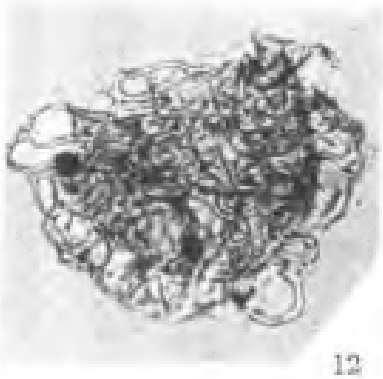

7

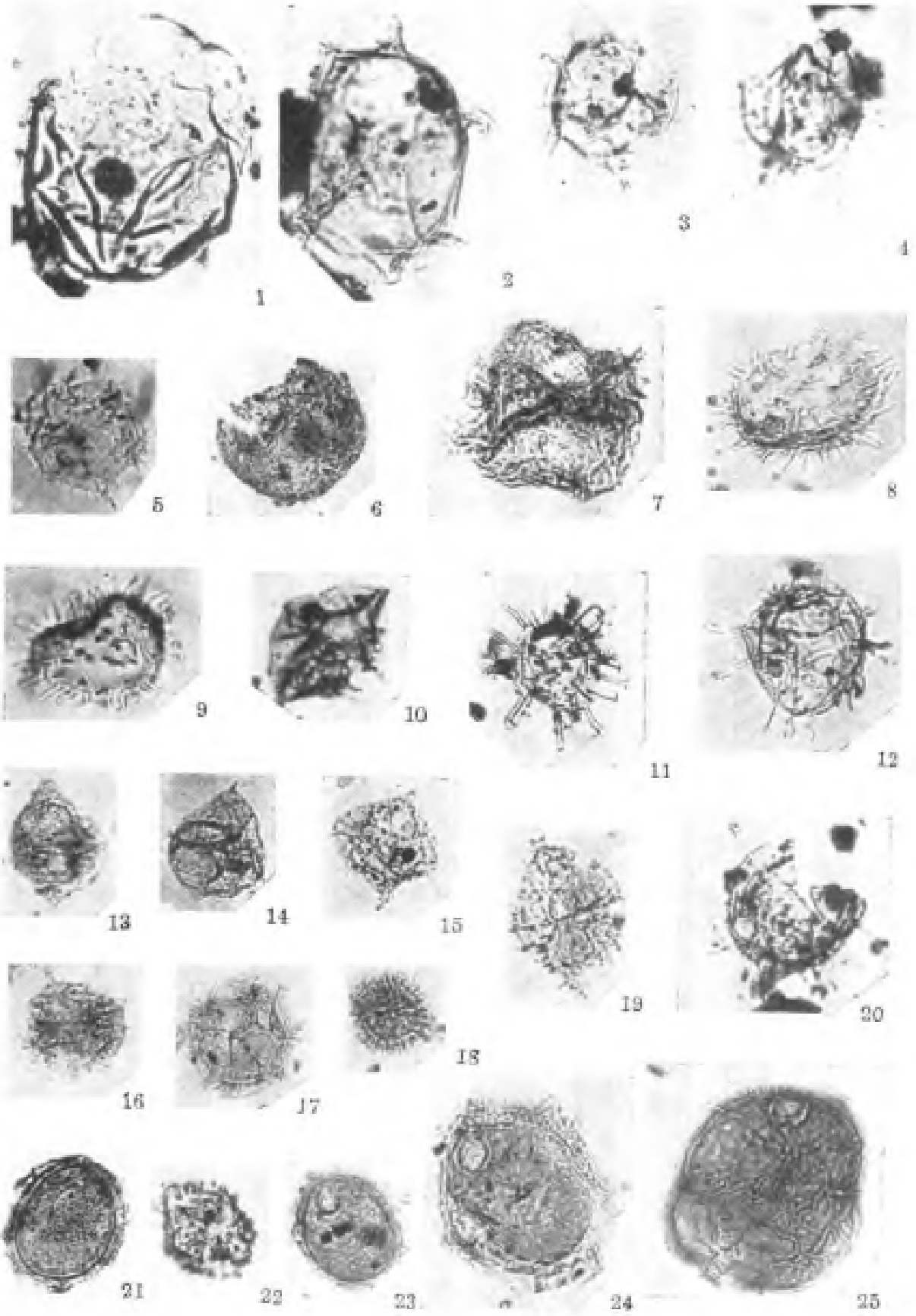
8

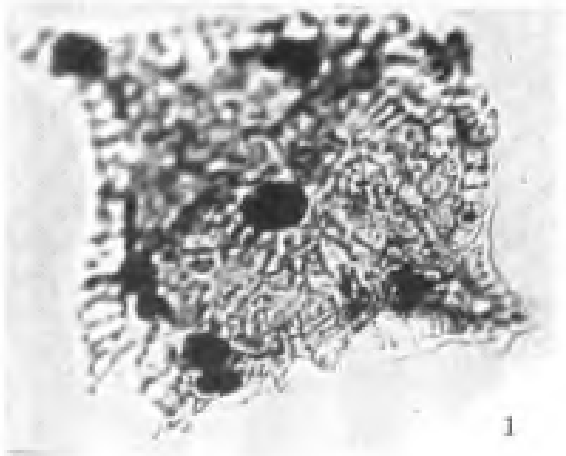

9


10

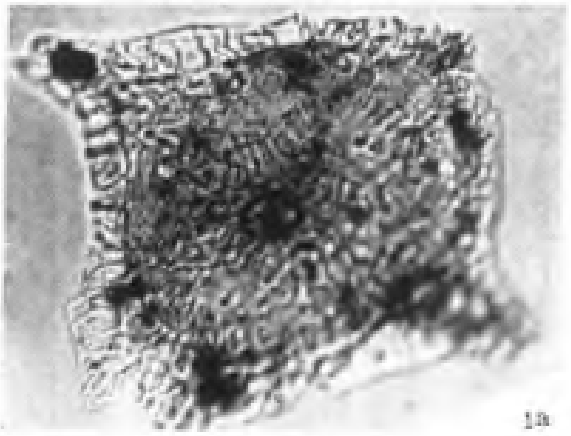

11


12

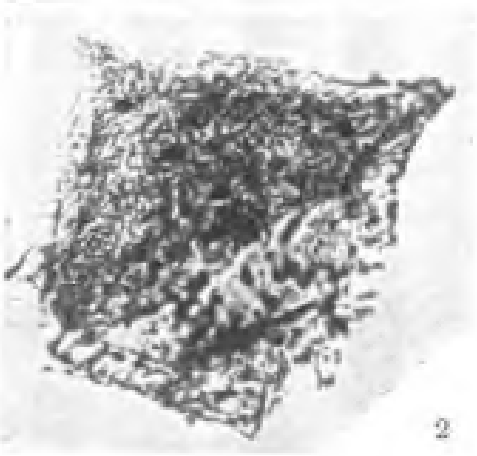




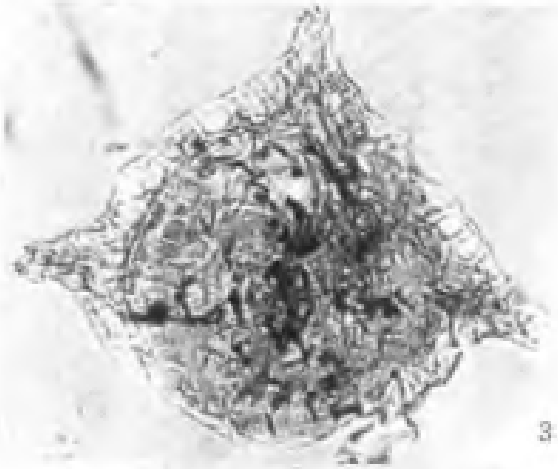
1



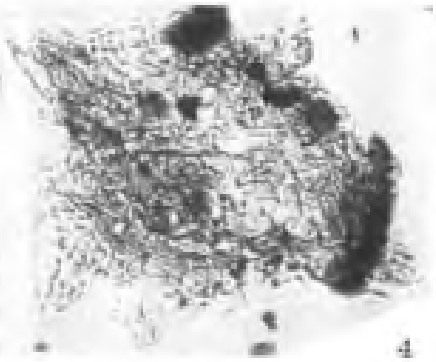
1a



2

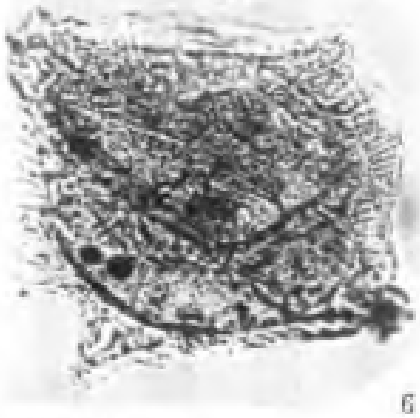


3



4

5



6

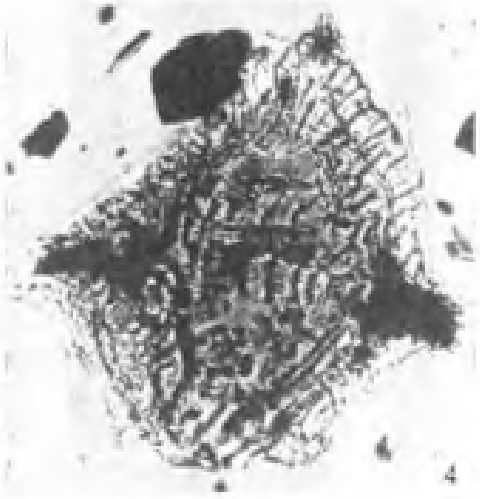
7

8

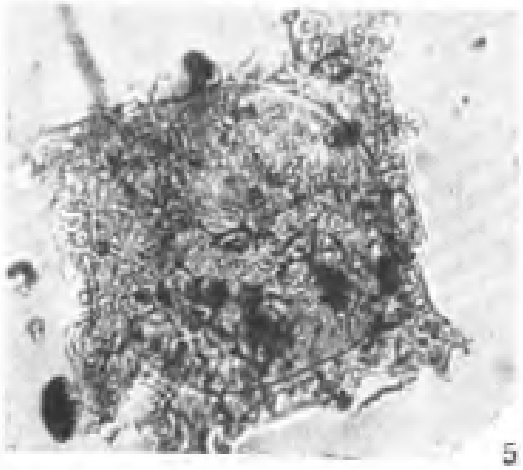
1

2

3



4



5

7

8

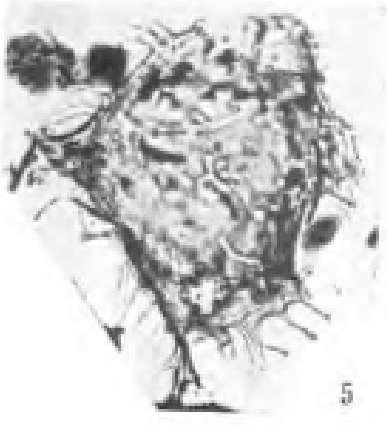
6

1

2

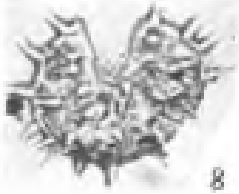
3

4


5

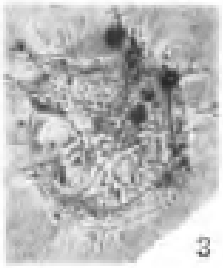
6

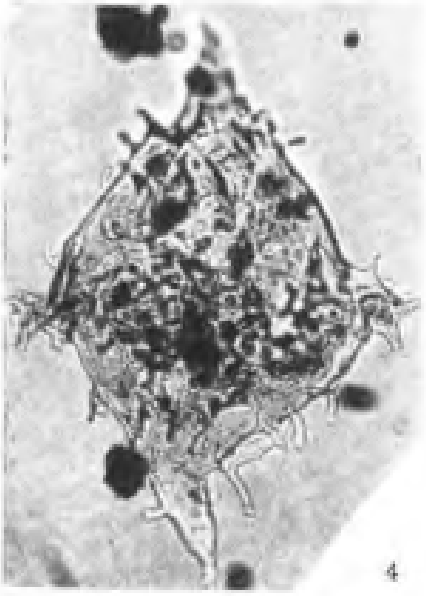
7

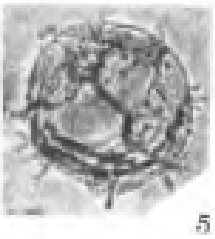

8

1

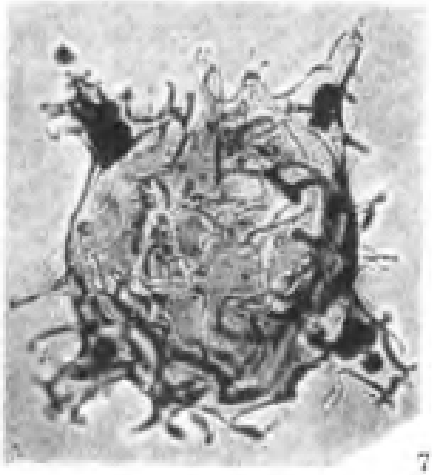
2


3

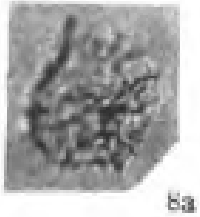

4

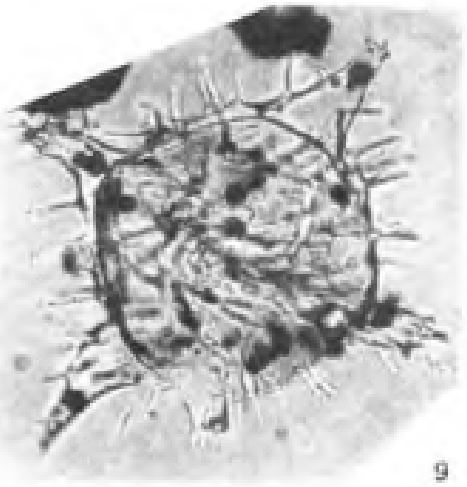

5

6

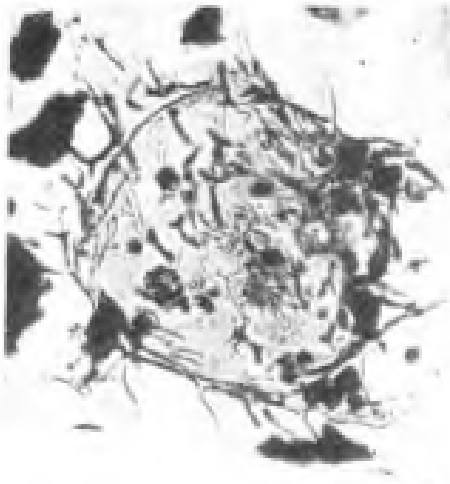

7

8


8a

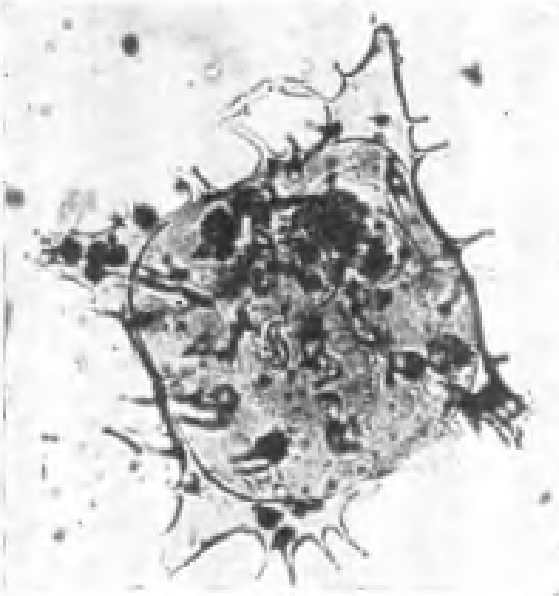

9

1

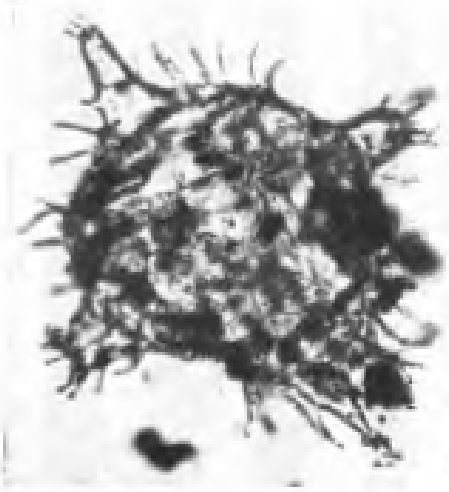


2

3



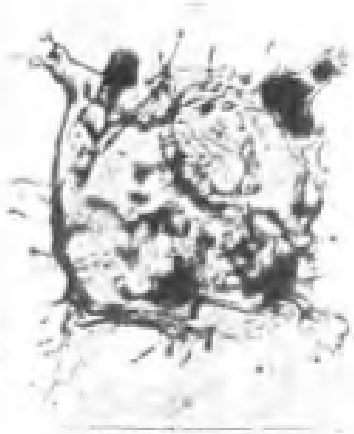
4



5

7

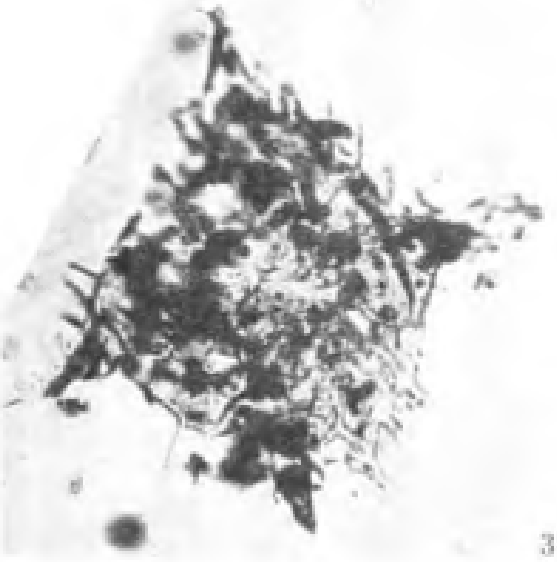
8



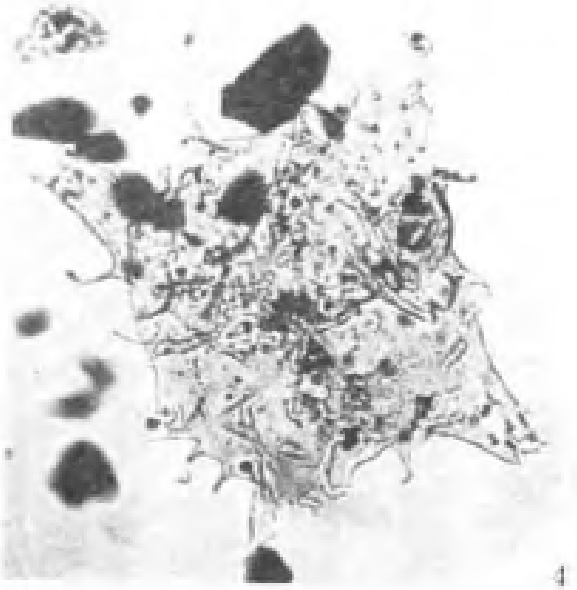
6

1

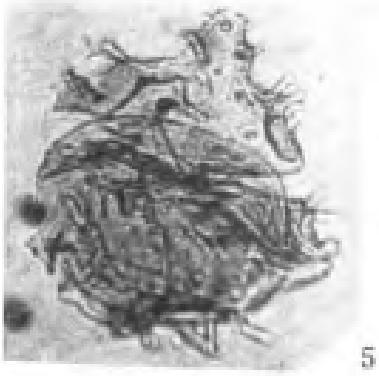
2



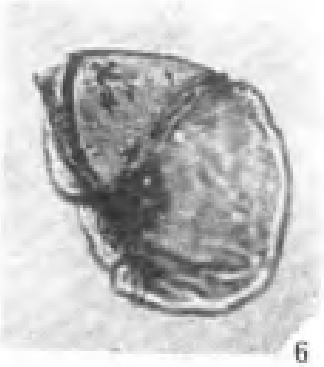
3



4

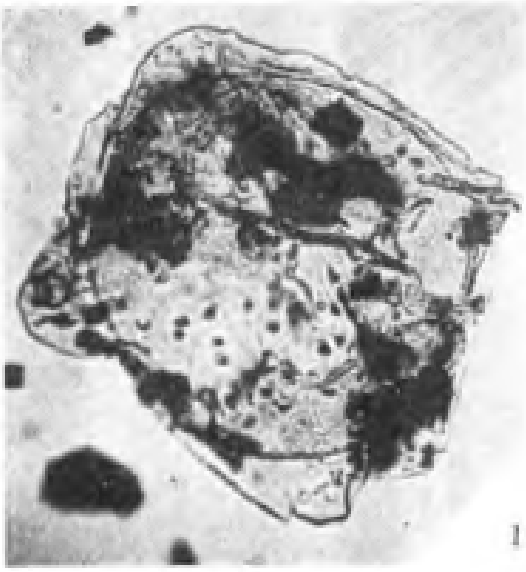


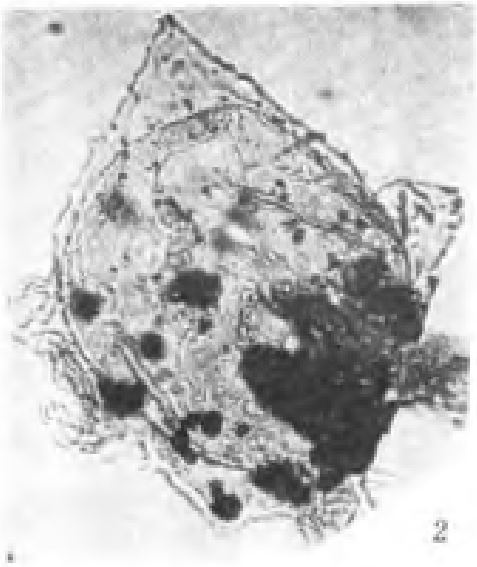
5

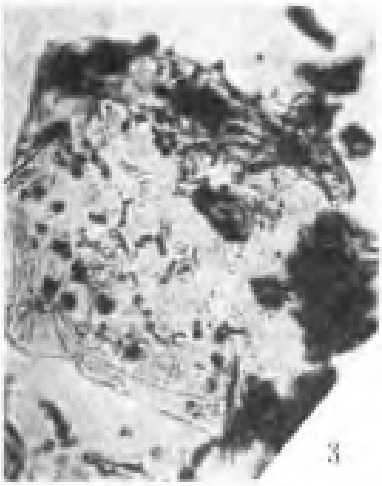


6

7


1


2


3

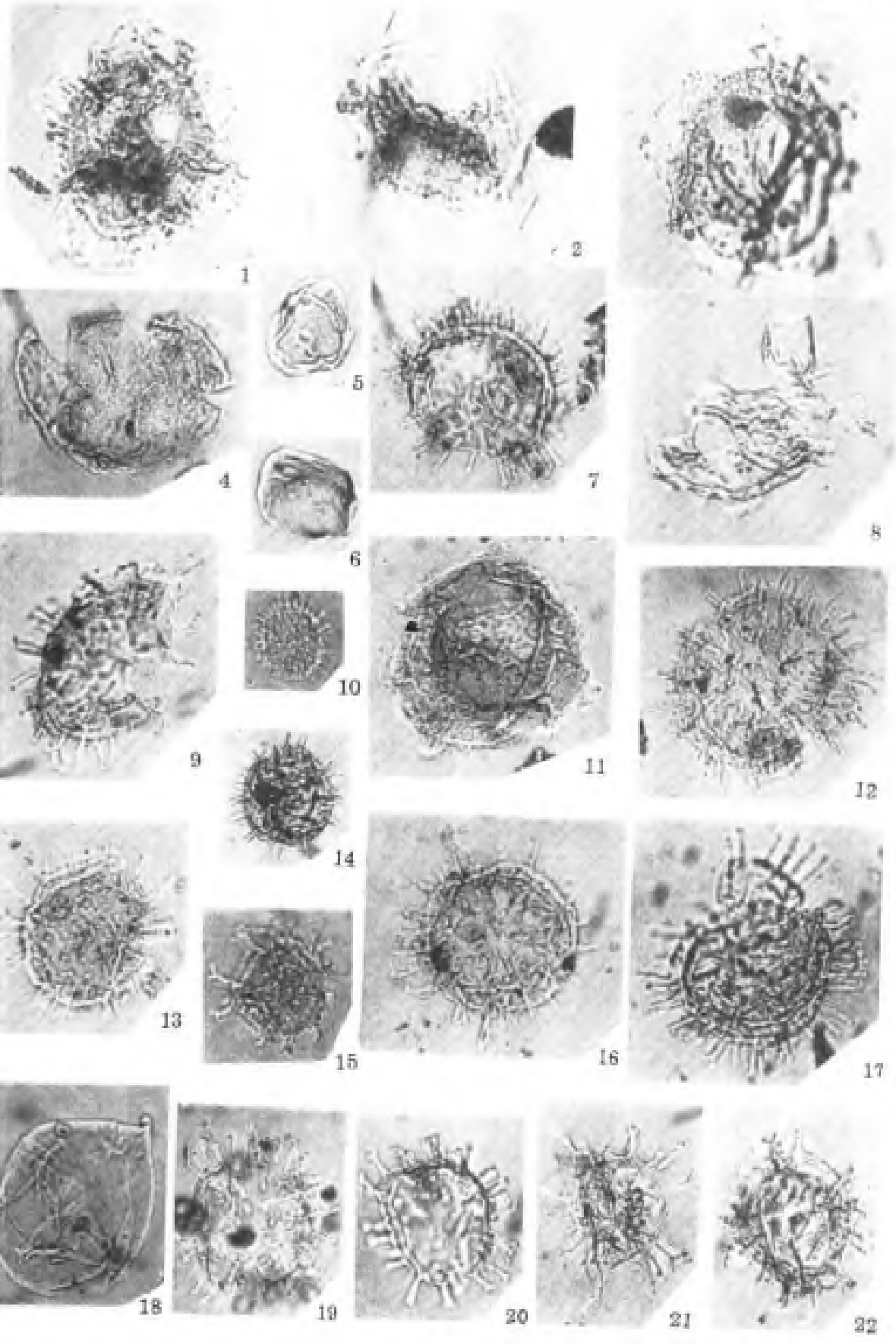
4

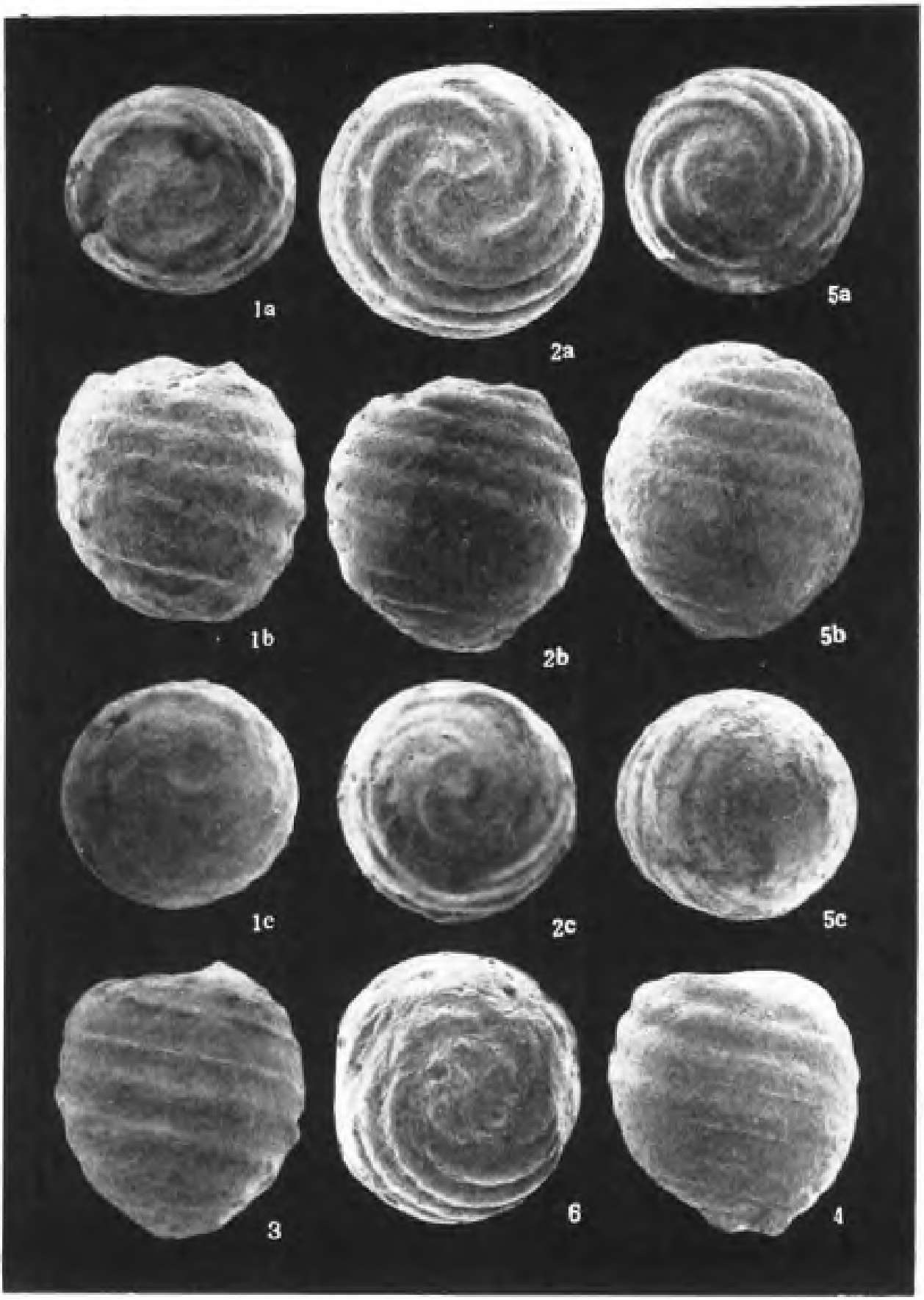
5

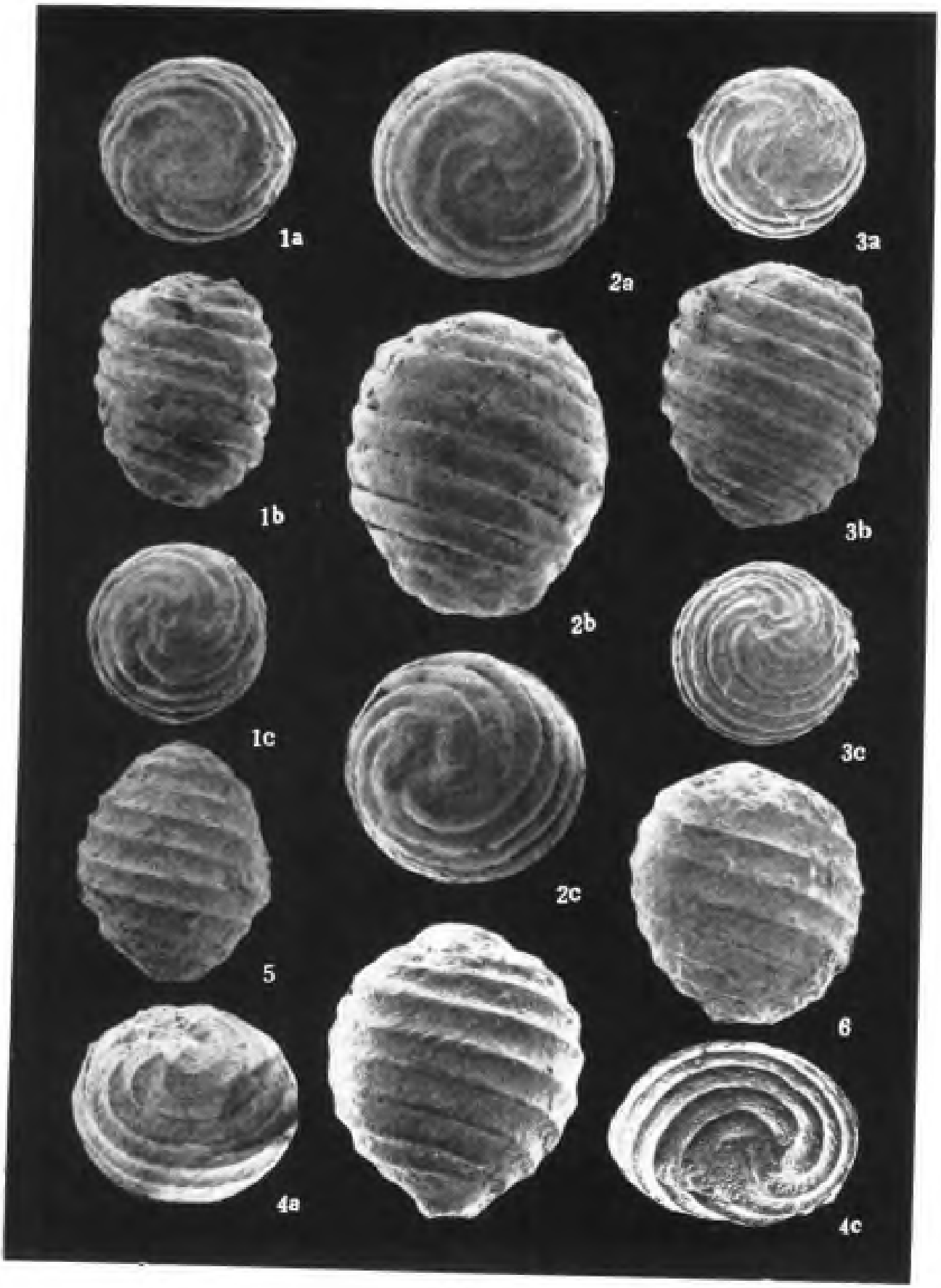
6

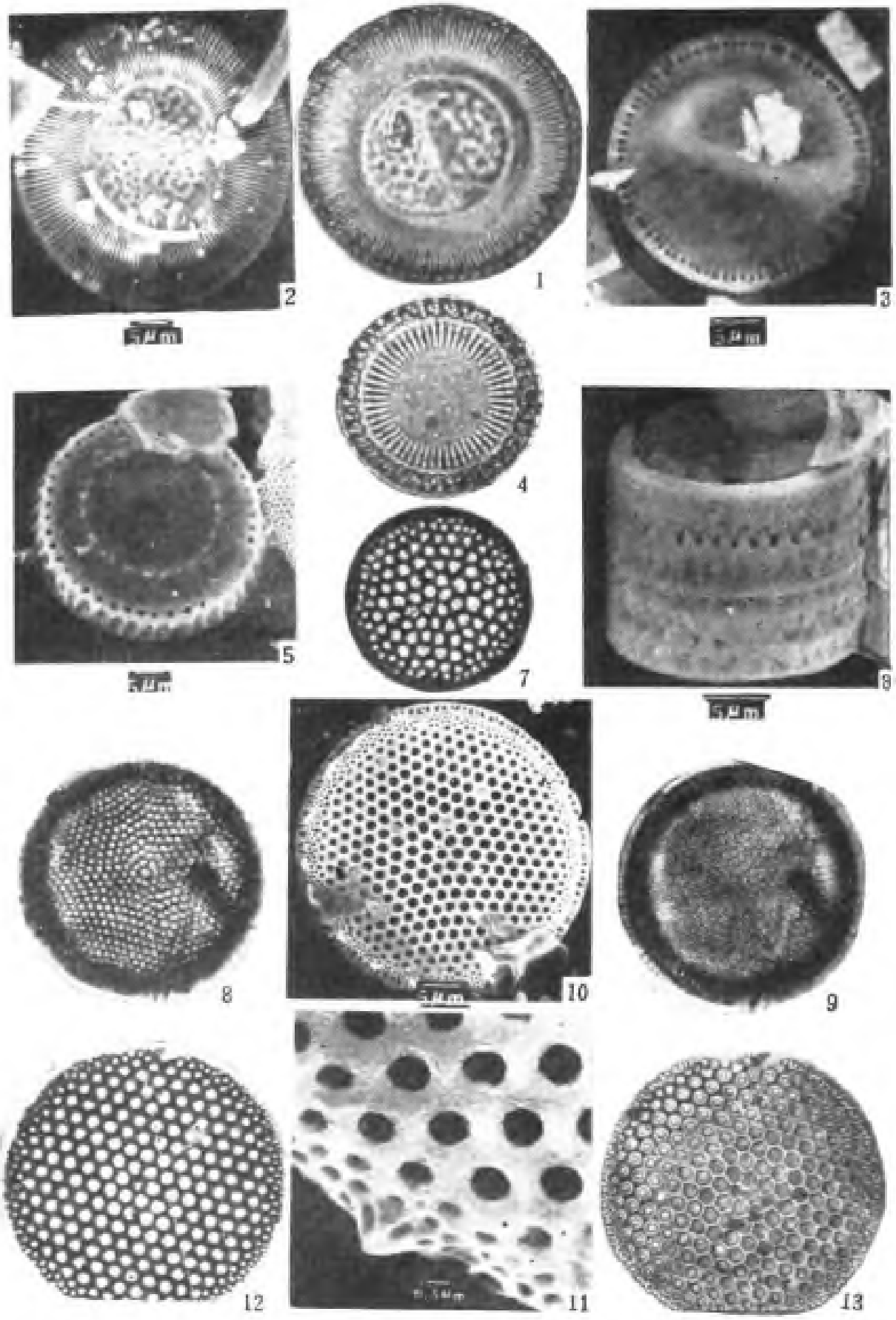
7

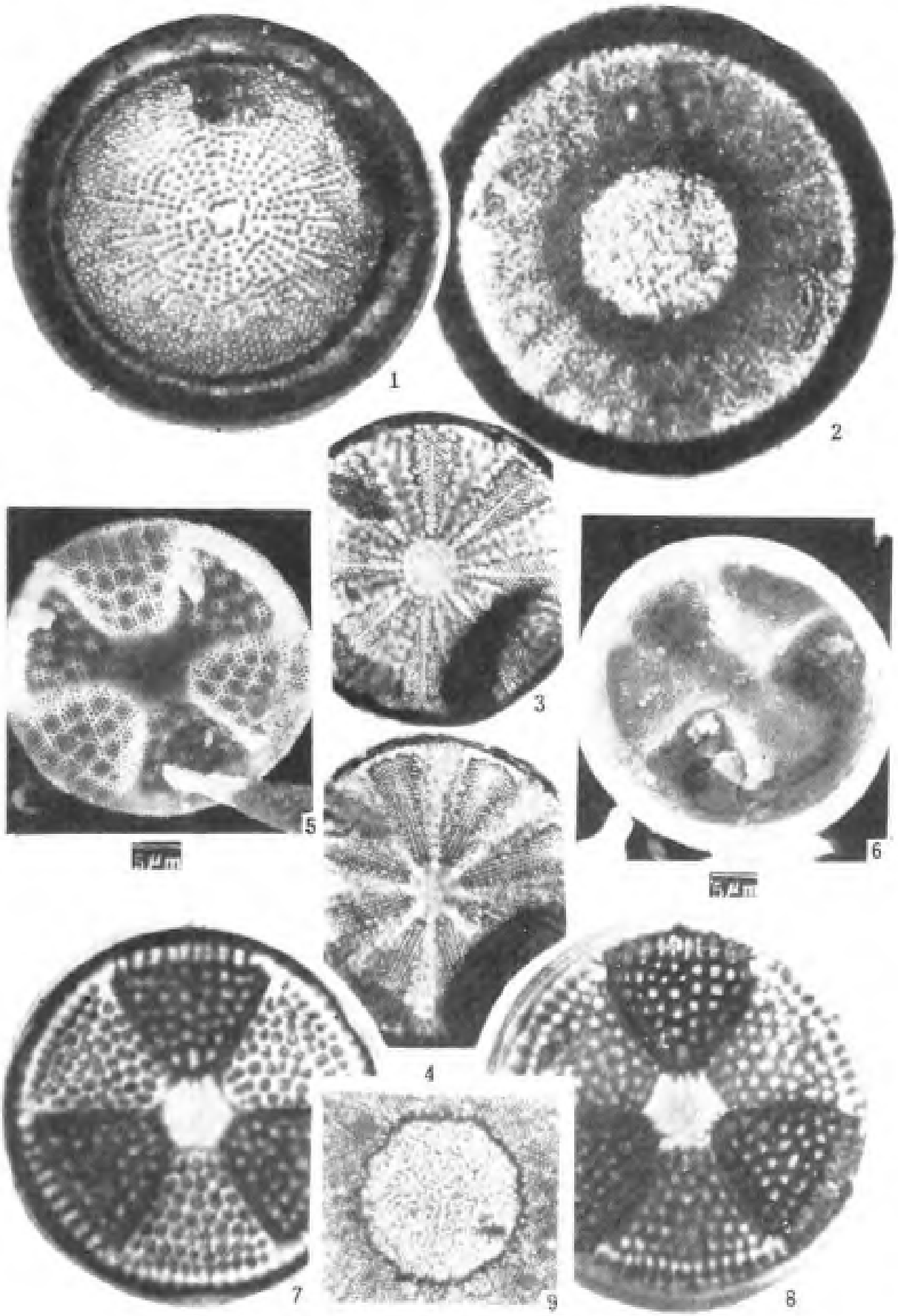
8

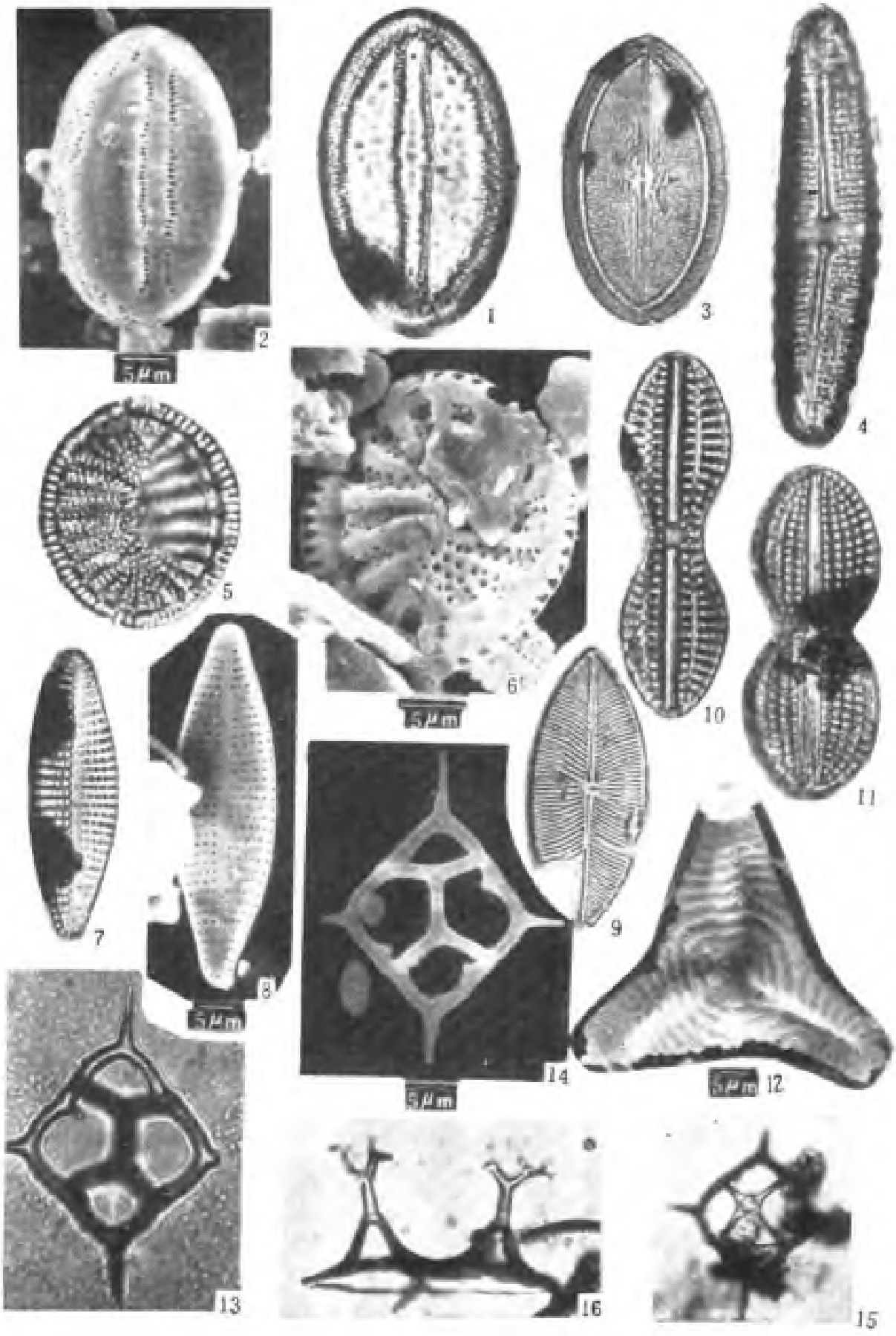

1
2
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

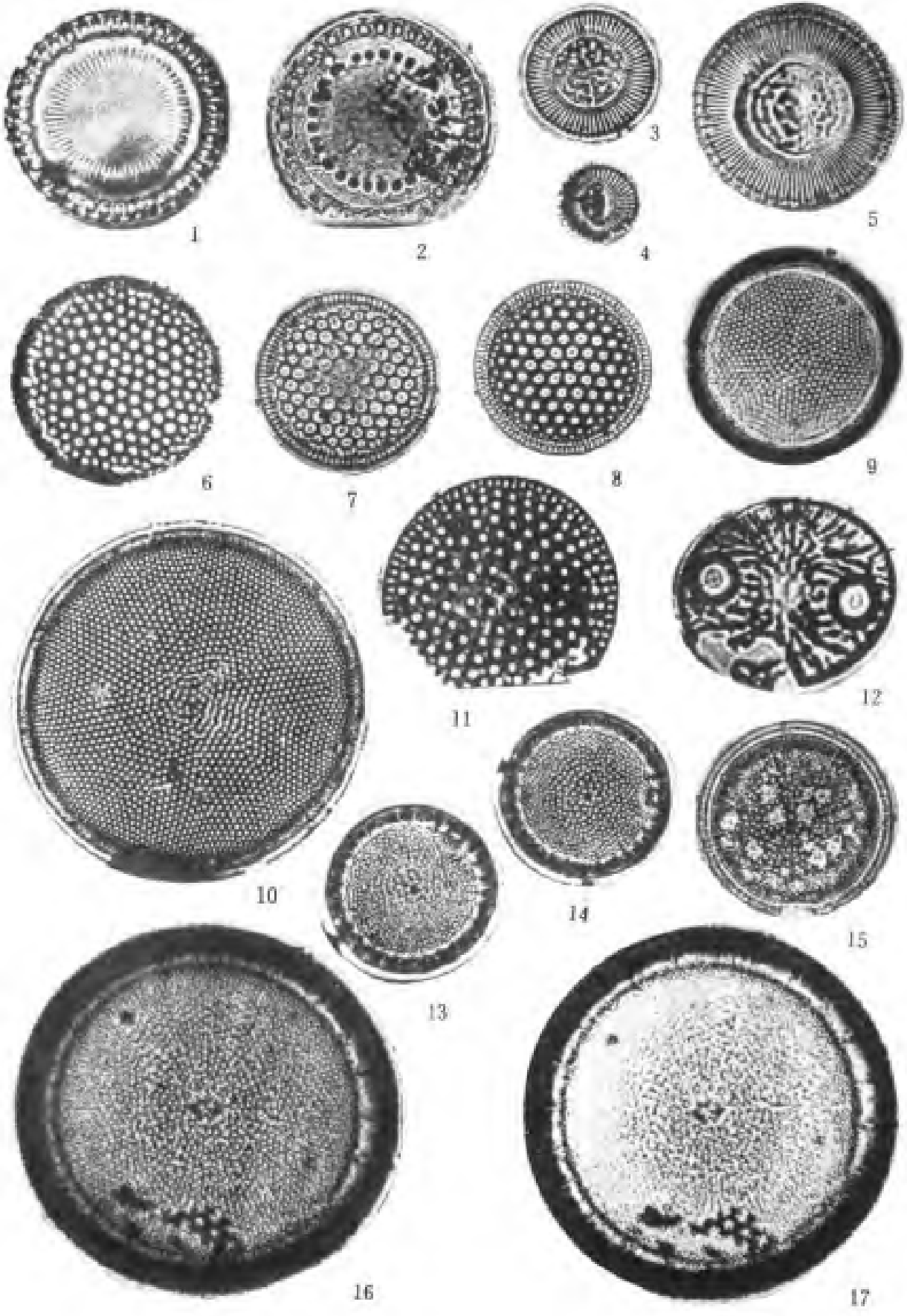

1a
2a
5a
1b
2b
5b
1c
2c
5c
3
6
4

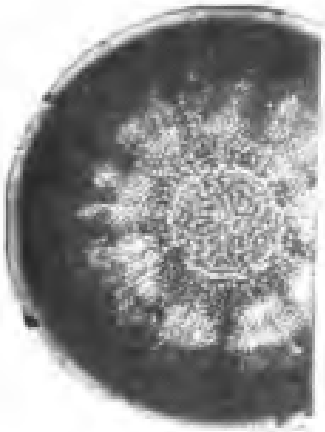

1a
2a
3a
1b
2b
3b
1c
2c
3c
5
6
4a
4c



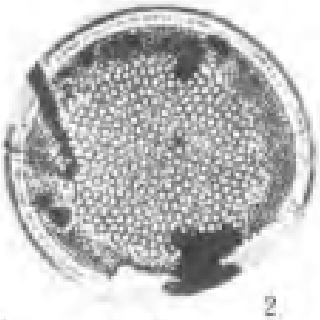

1
2
3
5
50μm
6
50μm
4
7
9
8


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
5μm

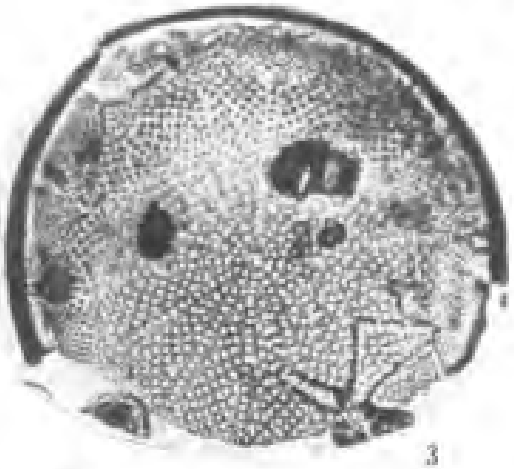




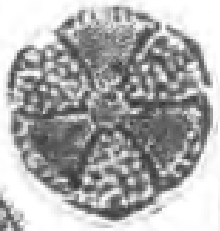
1



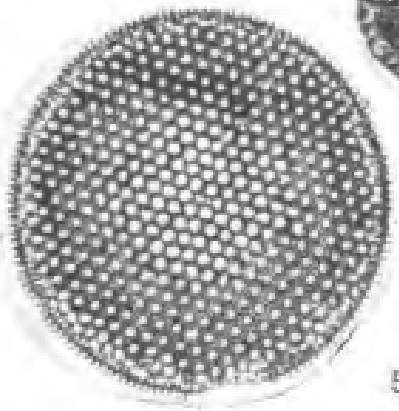
2



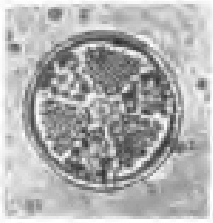
3



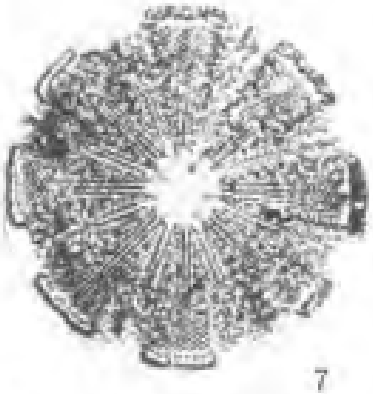
4



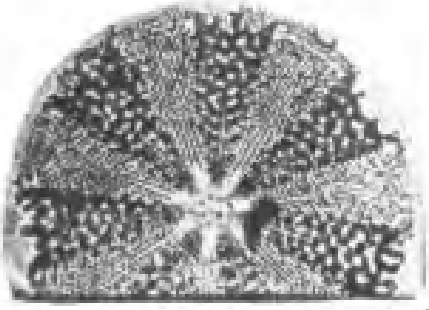
5



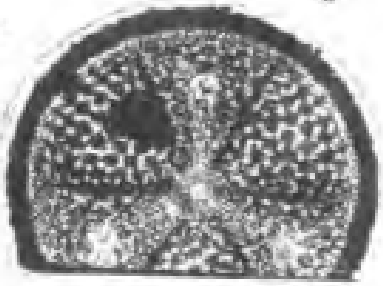
6



7

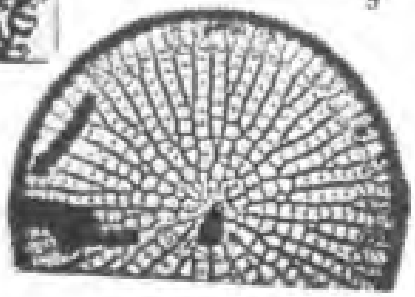


8

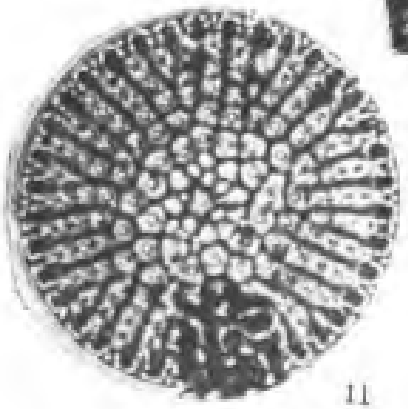


9

10

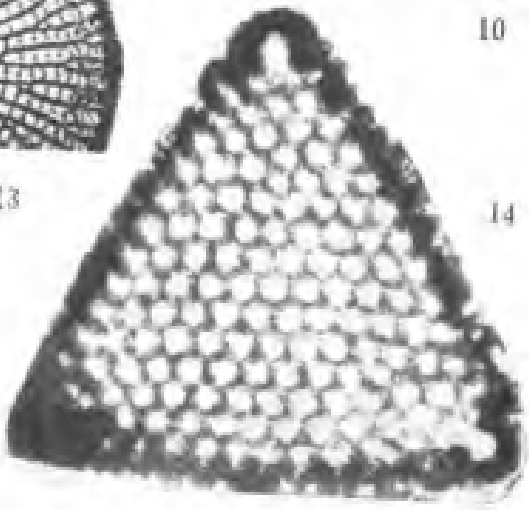


13

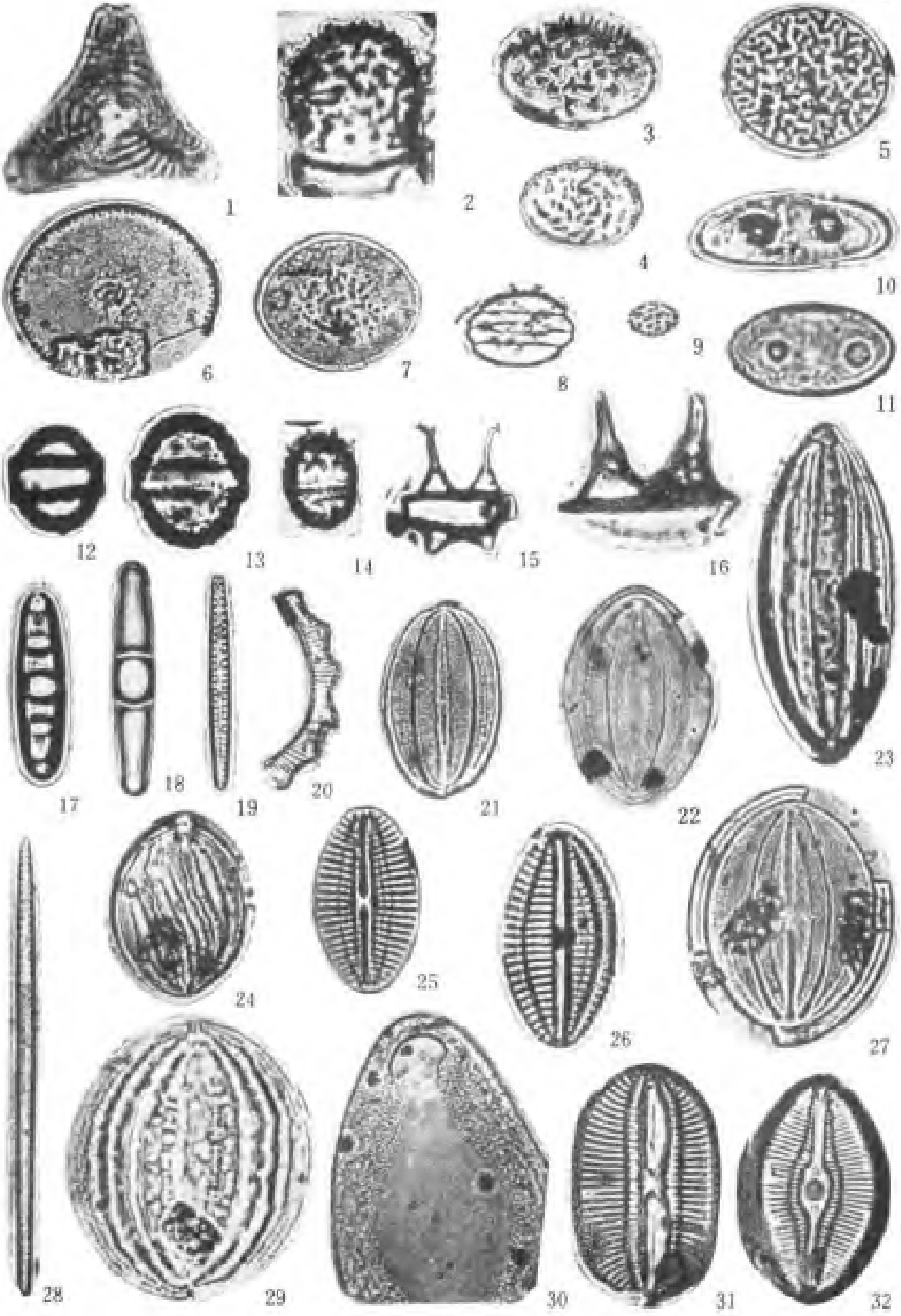


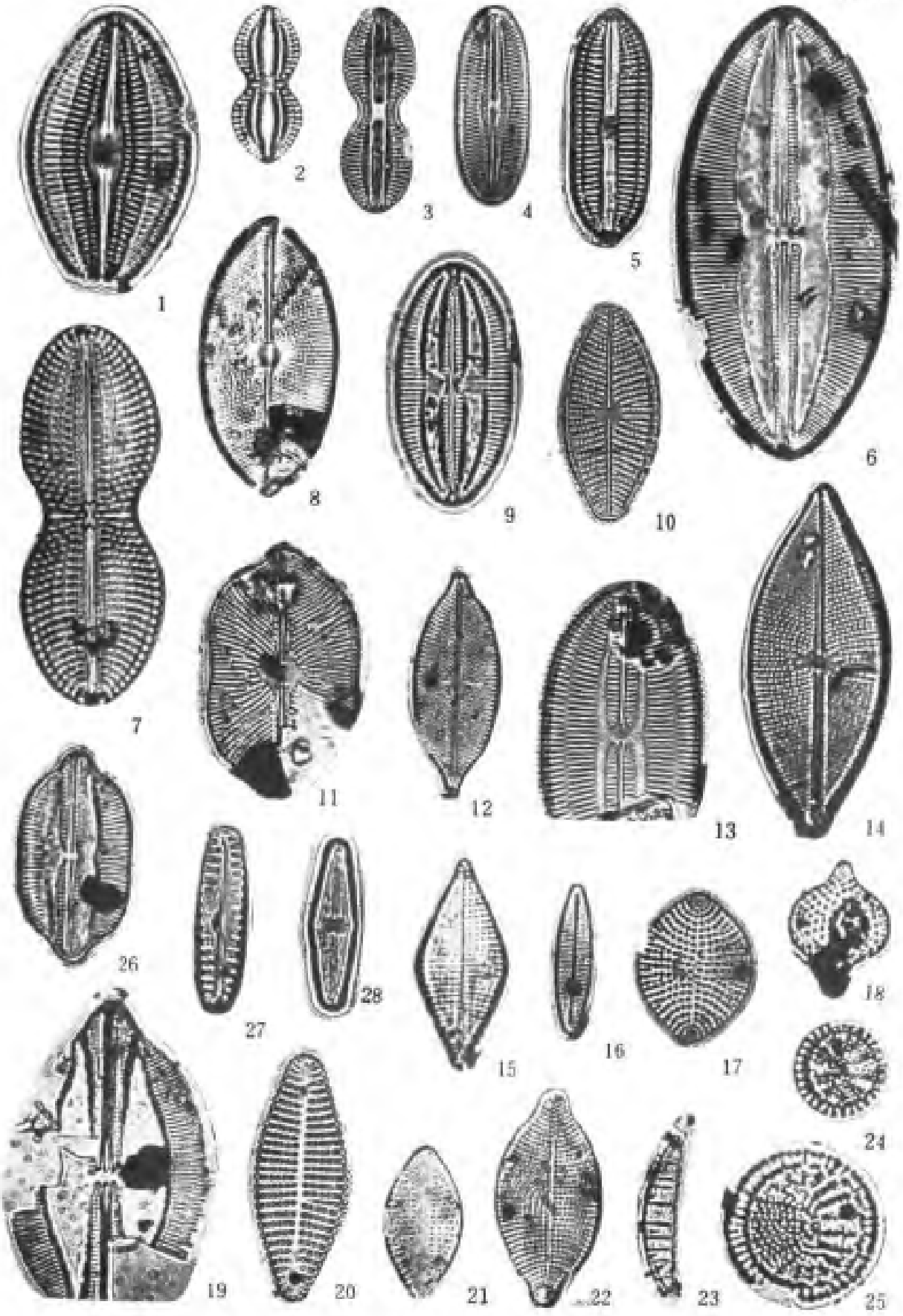
11

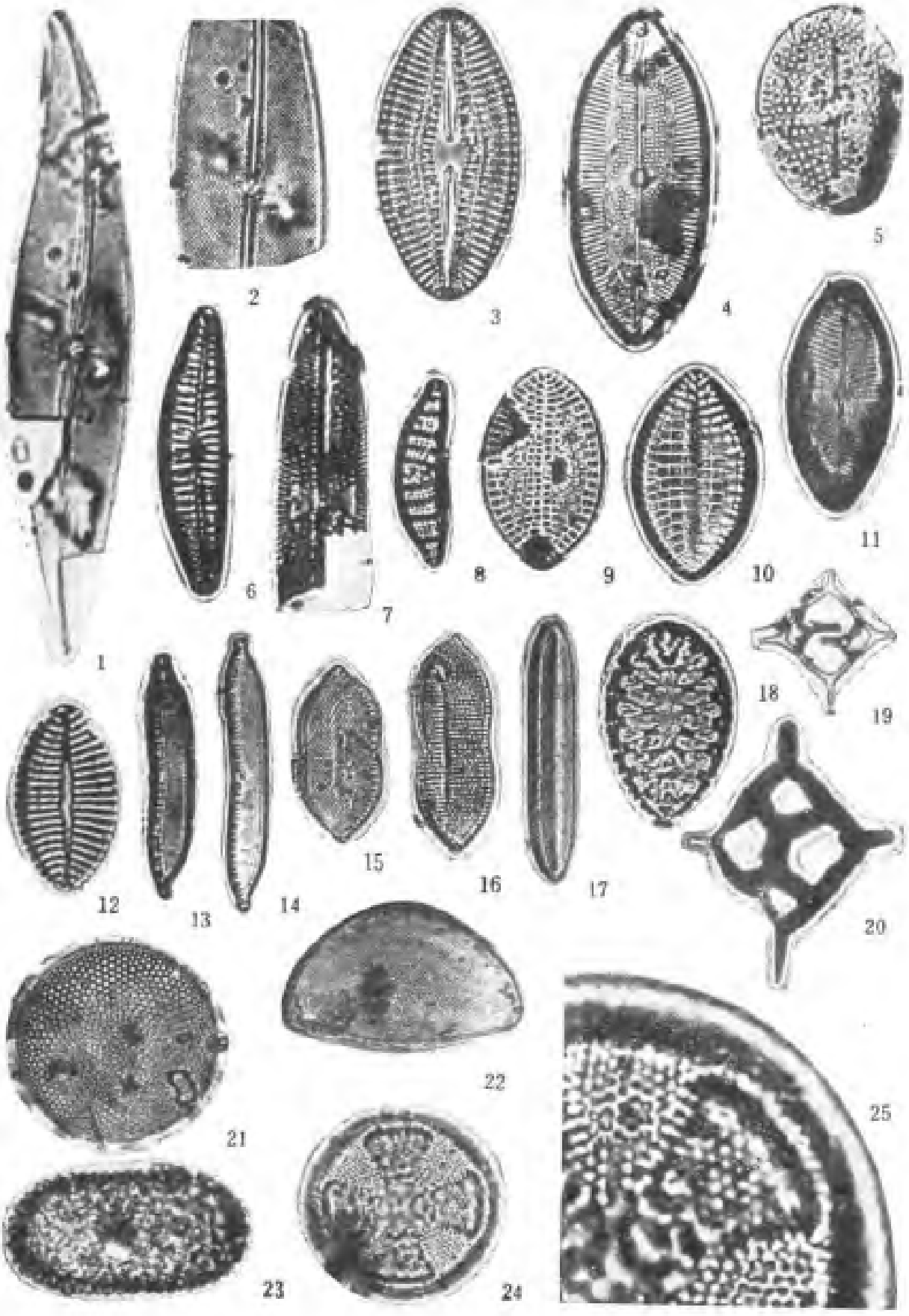
12

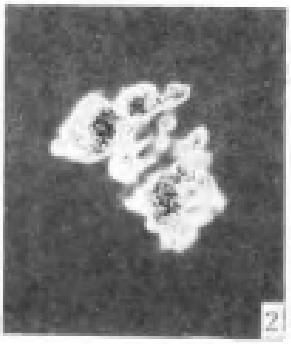


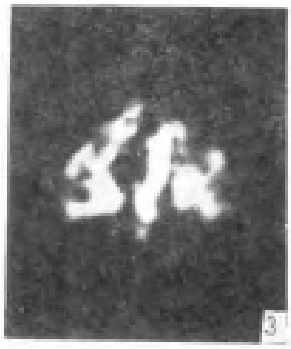
14

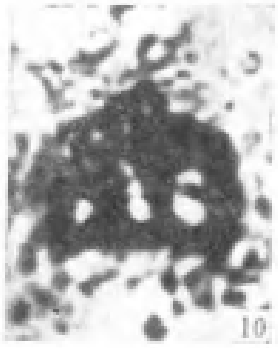

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

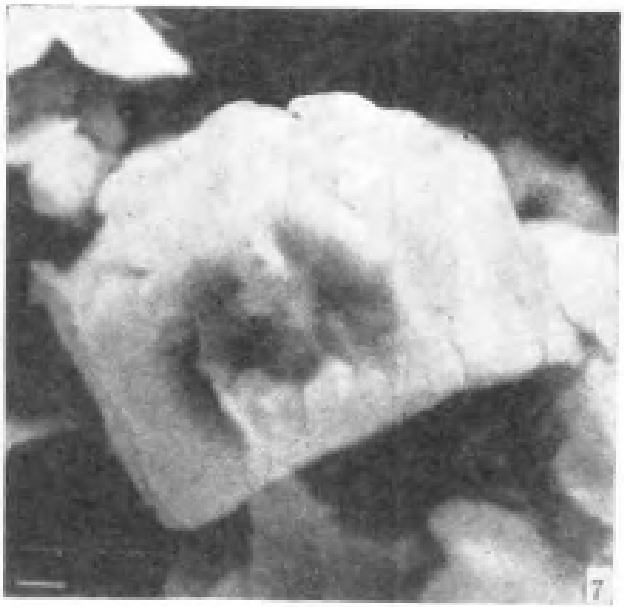

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

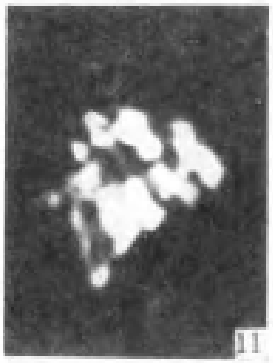

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

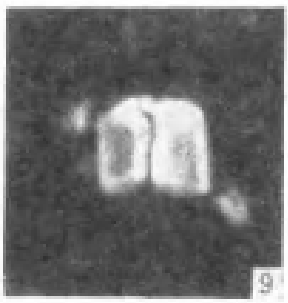


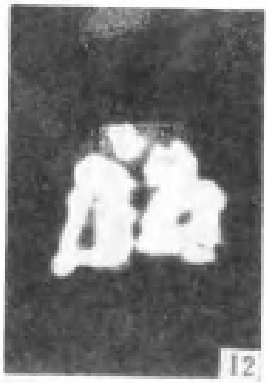


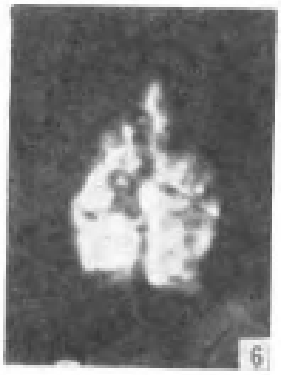


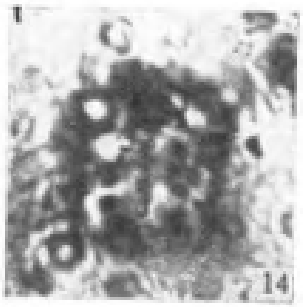


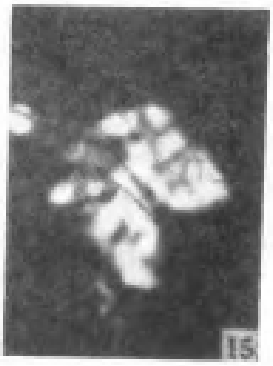


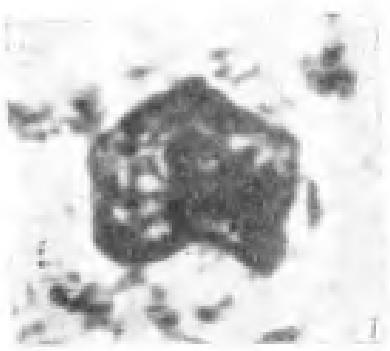


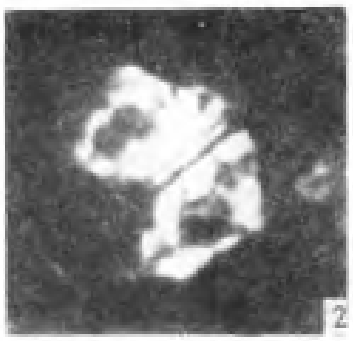


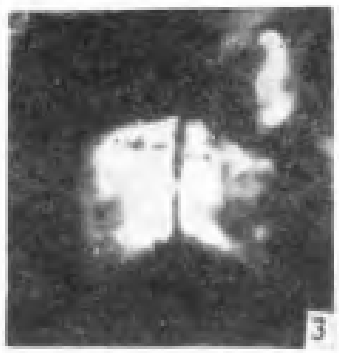




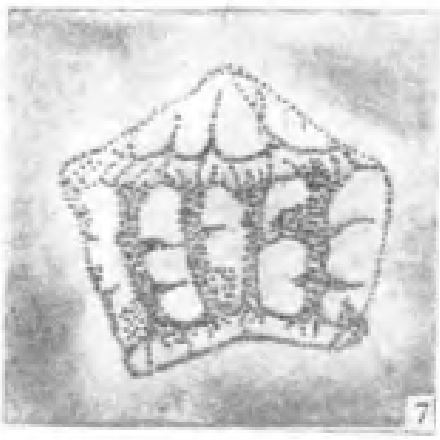



1


2

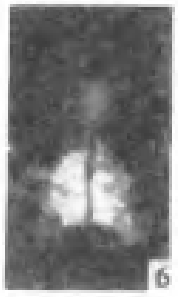

3

4

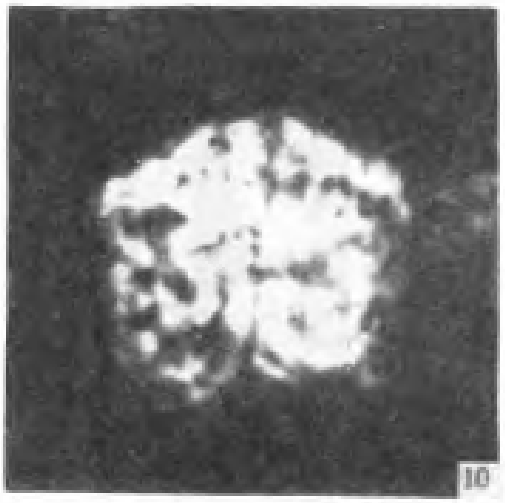

7

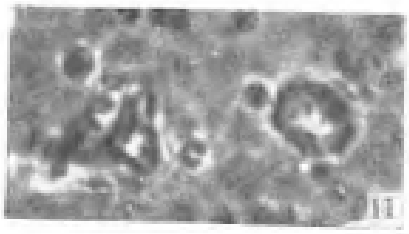
8

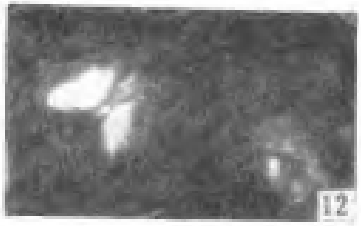
5

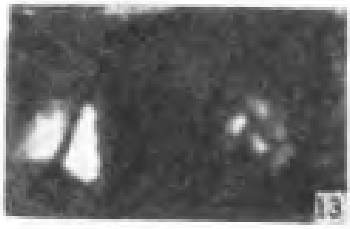

6

9

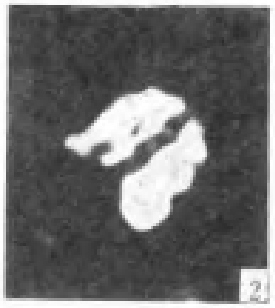

10

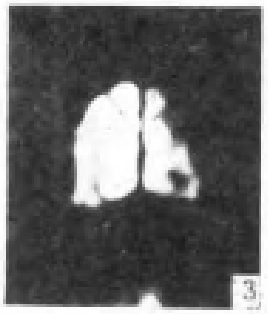

11

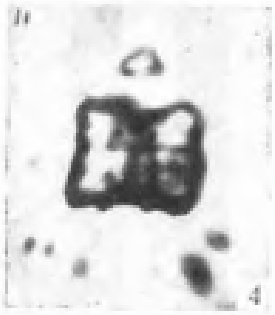

12


13

1

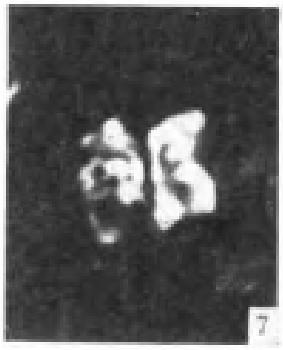

2

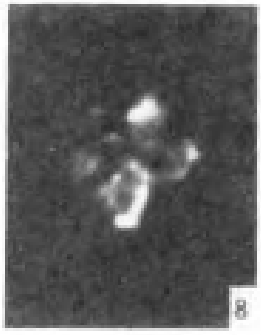

3


4

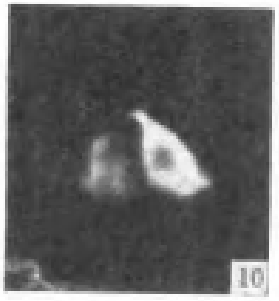
5

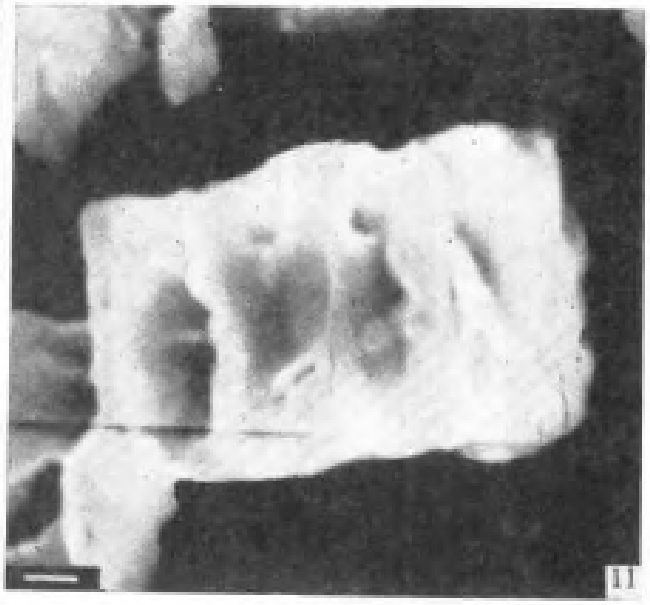
6

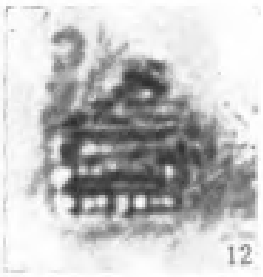

7

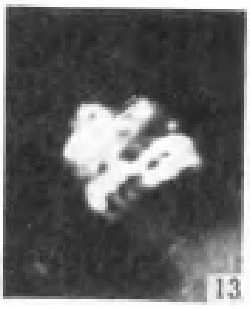

8

9

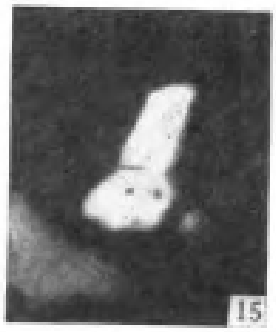

10

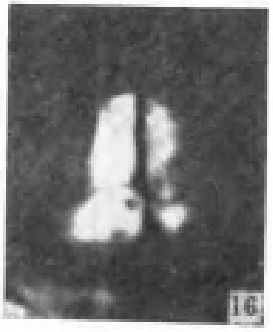

11

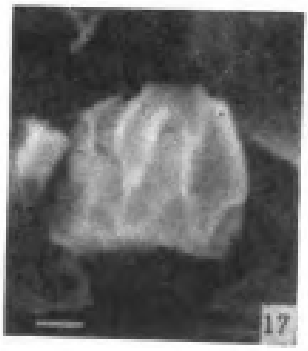

12

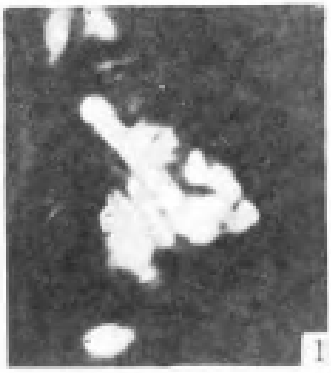

13

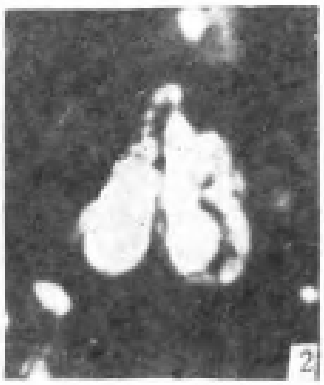
14

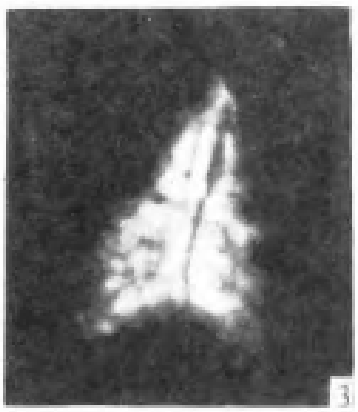

15


16


17

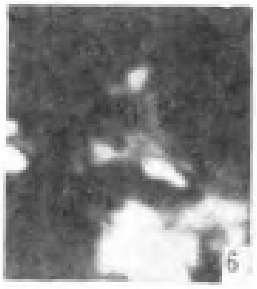

1

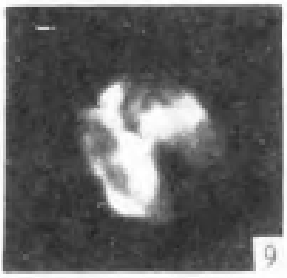

2

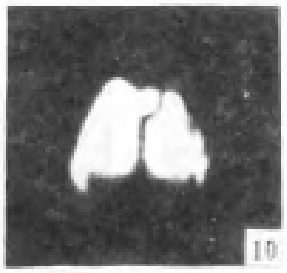

3

4

5

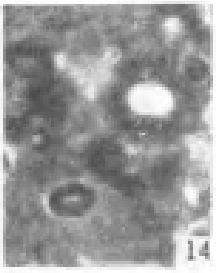

6

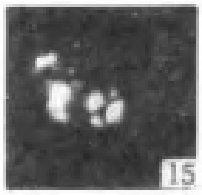

9

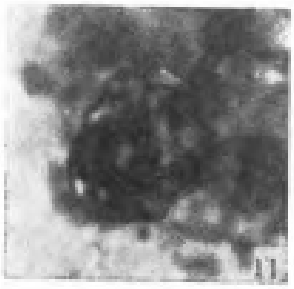

10

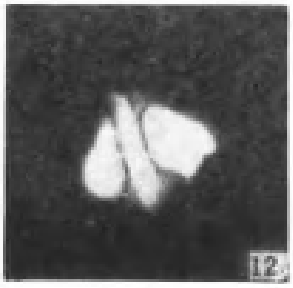
7

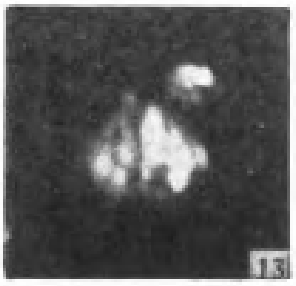
8

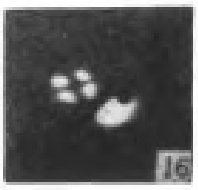

14

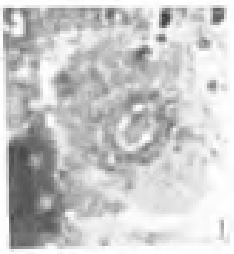

15

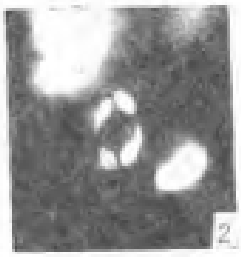

11

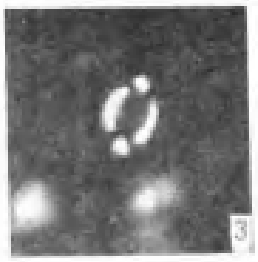

12

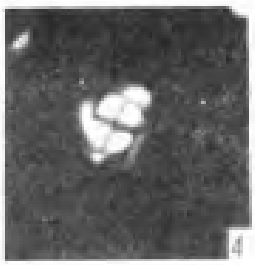

13


16


1


2

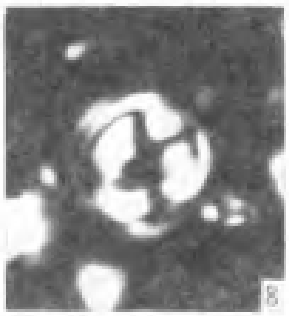

3

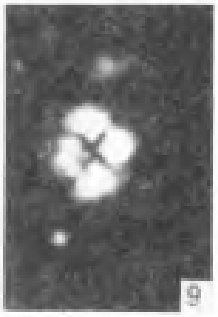

4

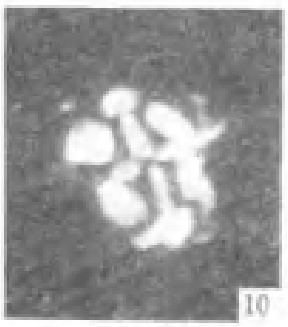
5

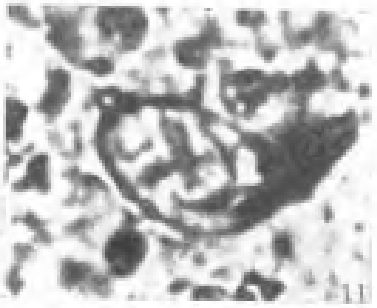
6

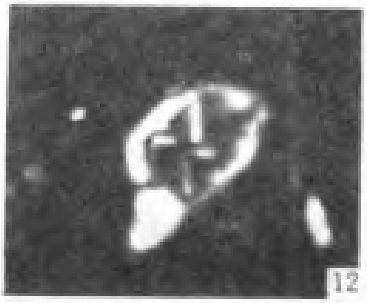
7

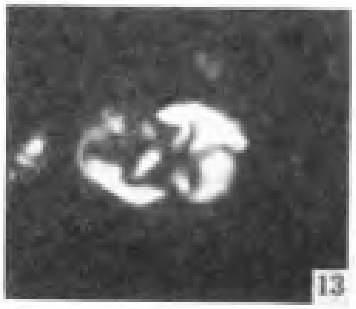

8

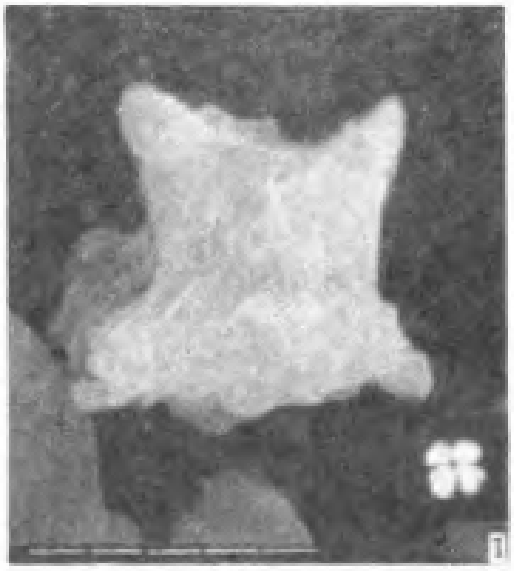

9

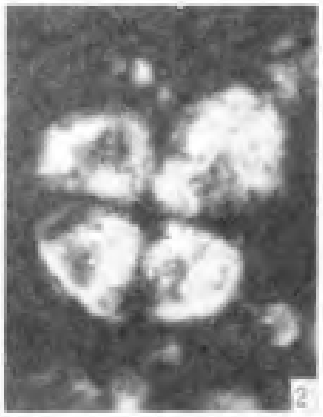

10

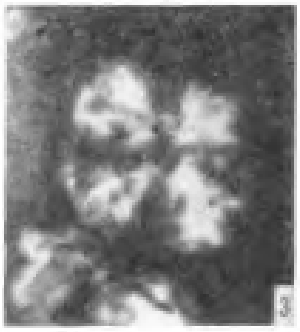

11


12

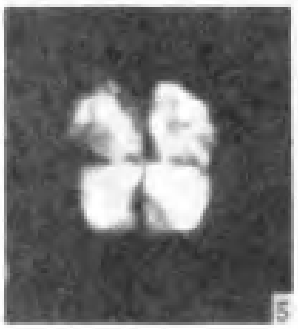

13

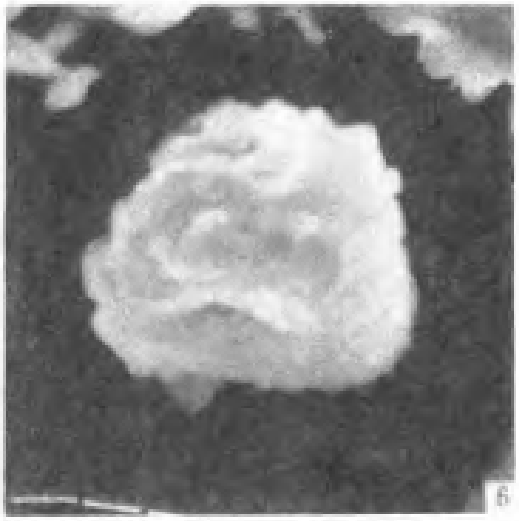

1

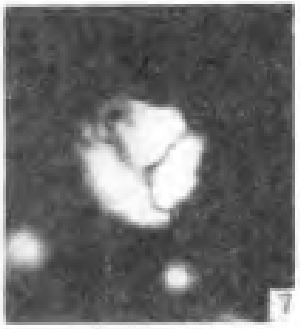

2

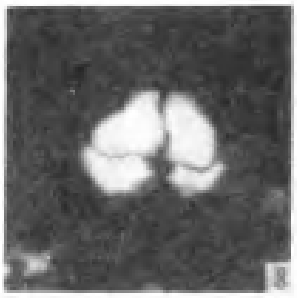

3

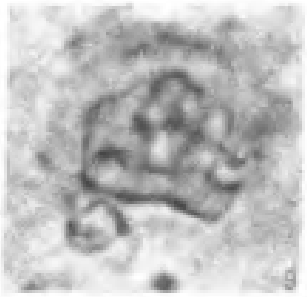
4

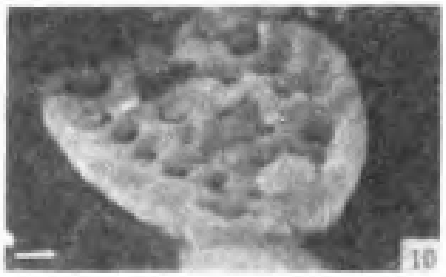

5

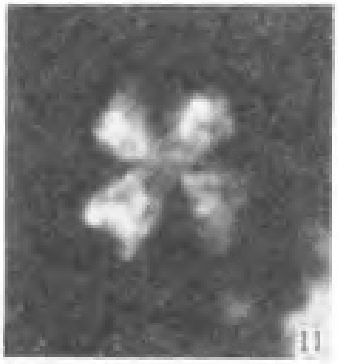

6

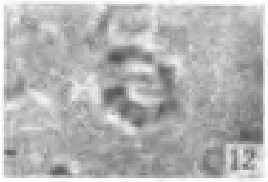

7

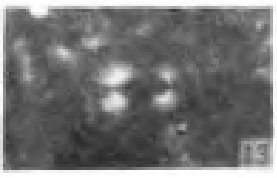

8


9

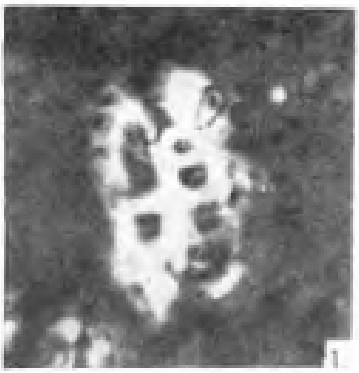

10

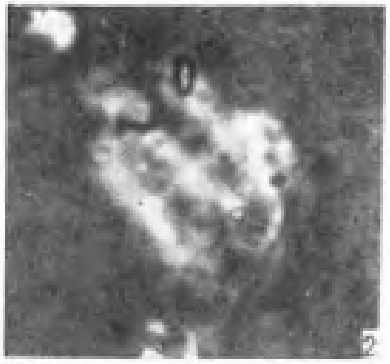

11

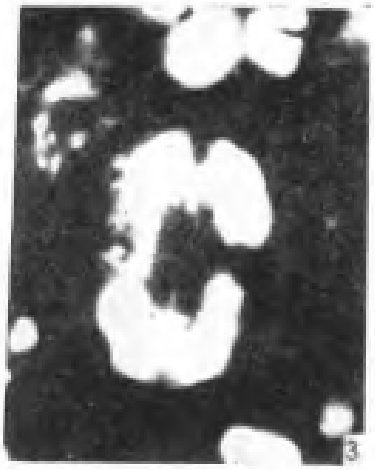

12


13

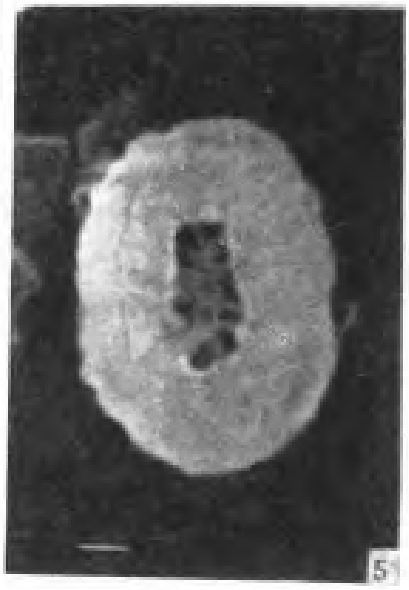
14

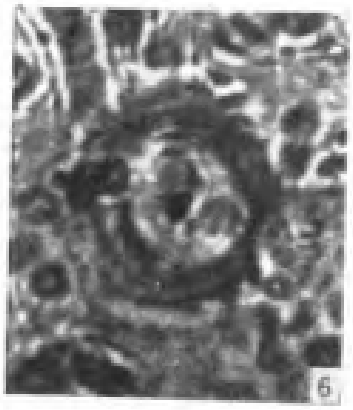

1


2


3

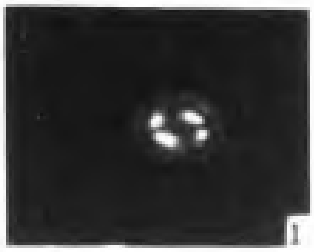
4

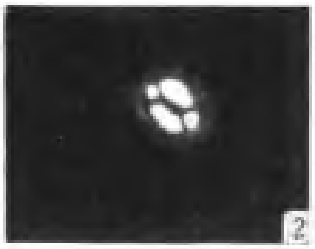

5


6

7

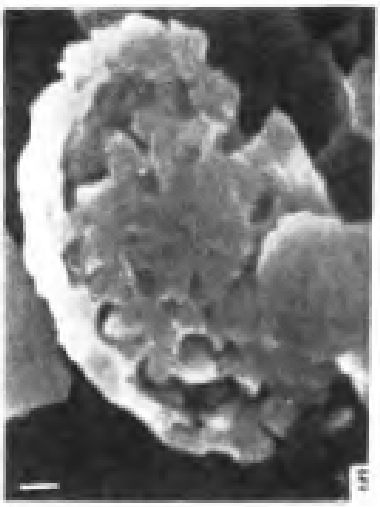
8

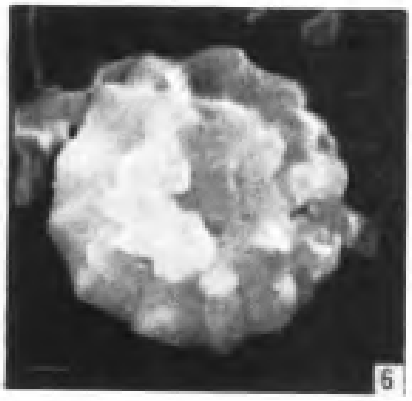

1

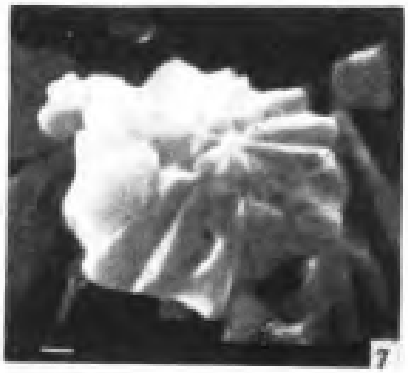

2

3

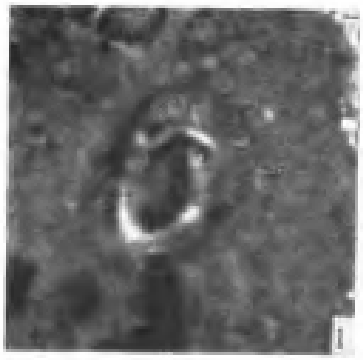
4


5

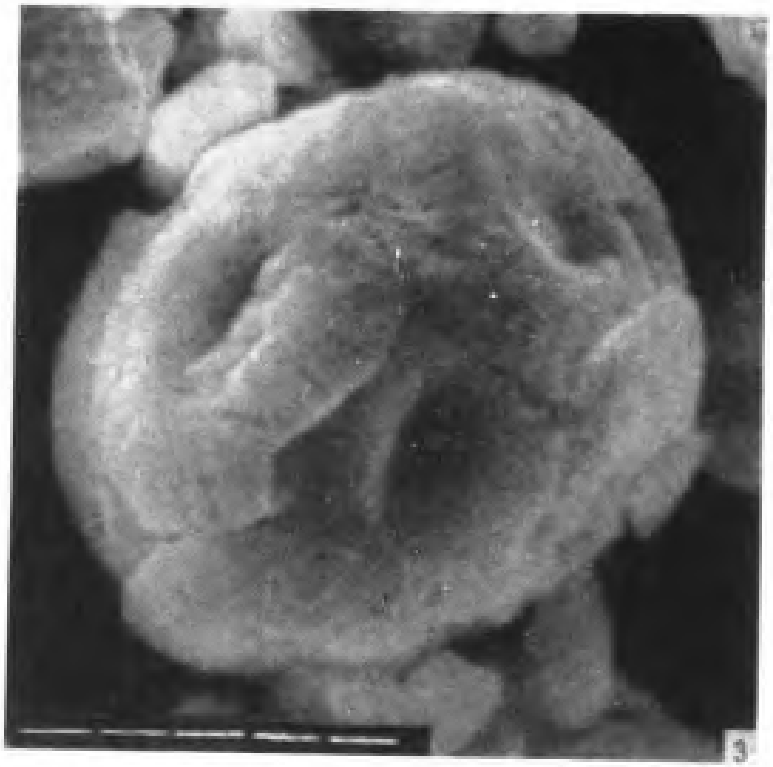

6


7

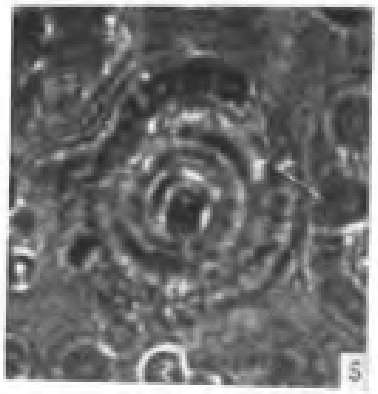
8


1

2

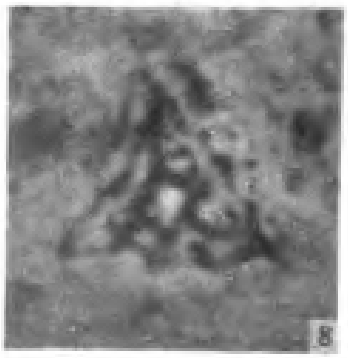

3

4


5

6

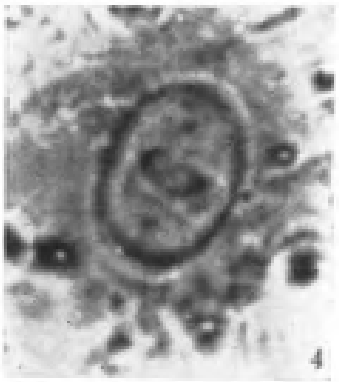
7


8

1

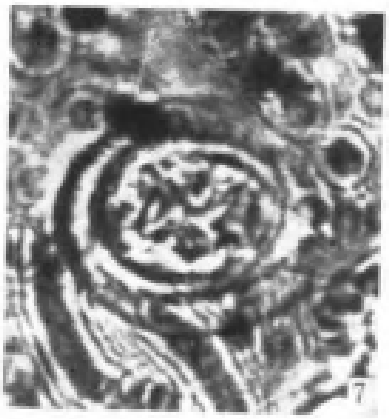
2

3


4

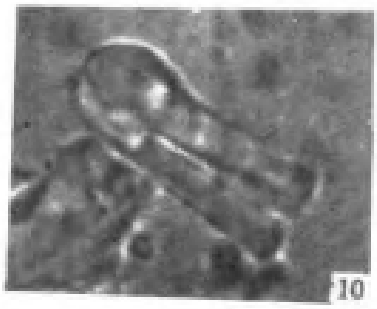
5

6

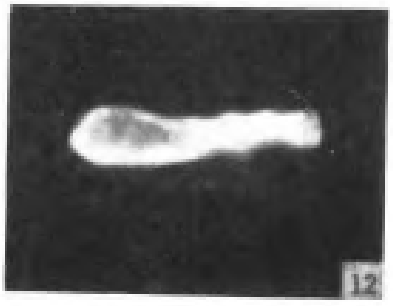

7

8

9


10

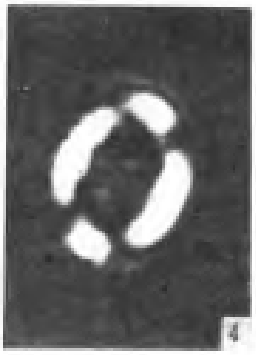
11

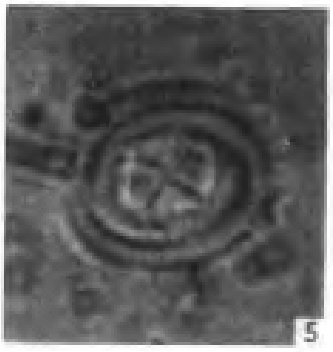

12

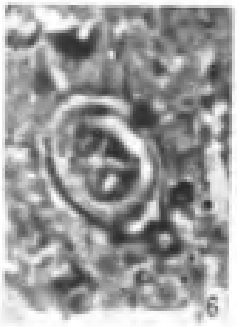
1

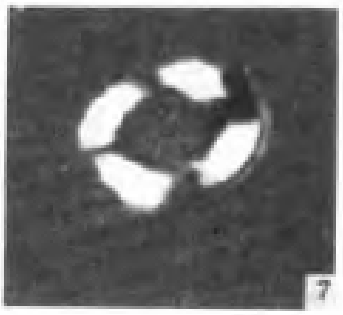
2

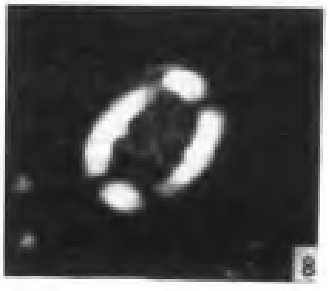
3


4

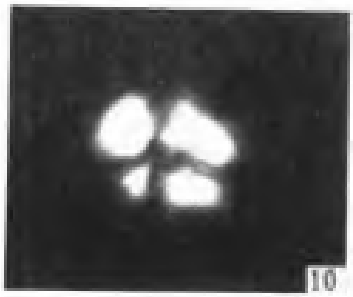

5

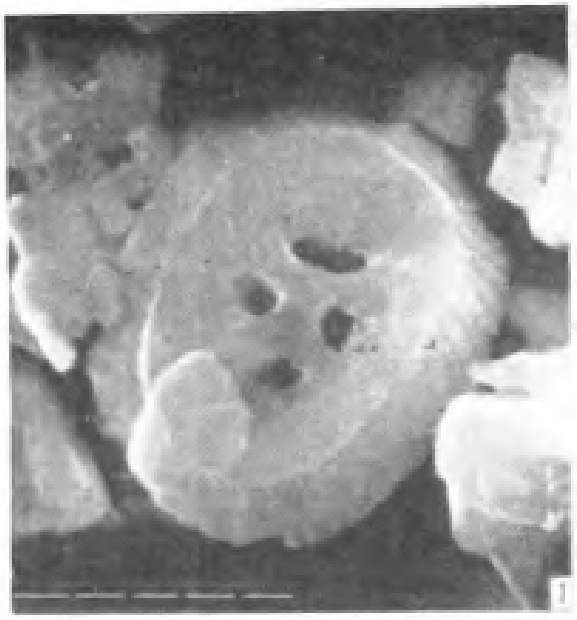

6

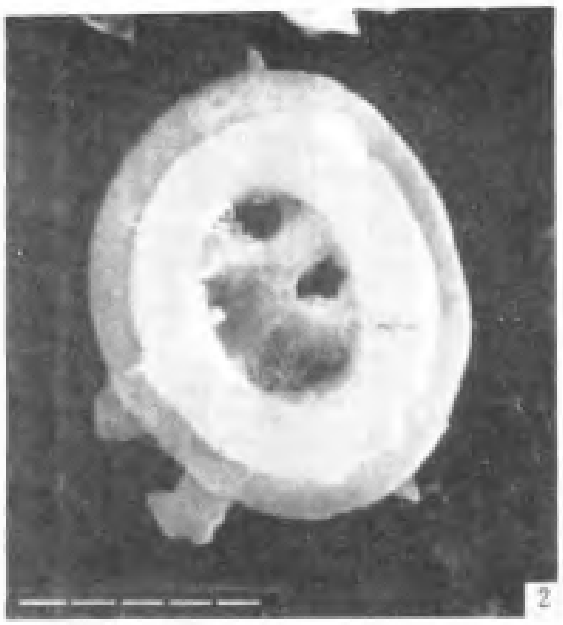

7


8

9


10

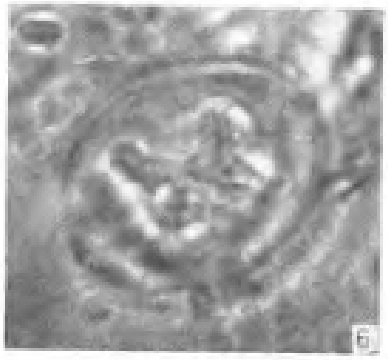

1

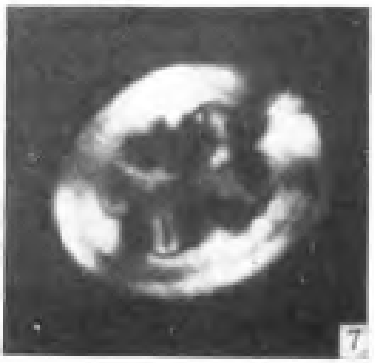

2

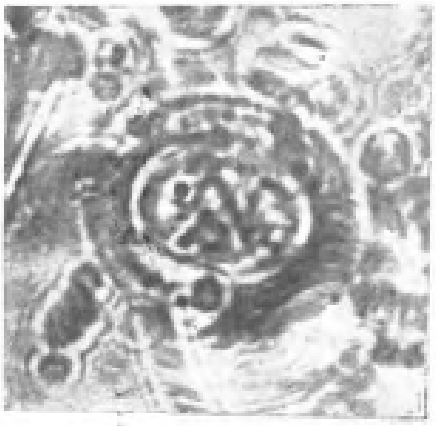
3

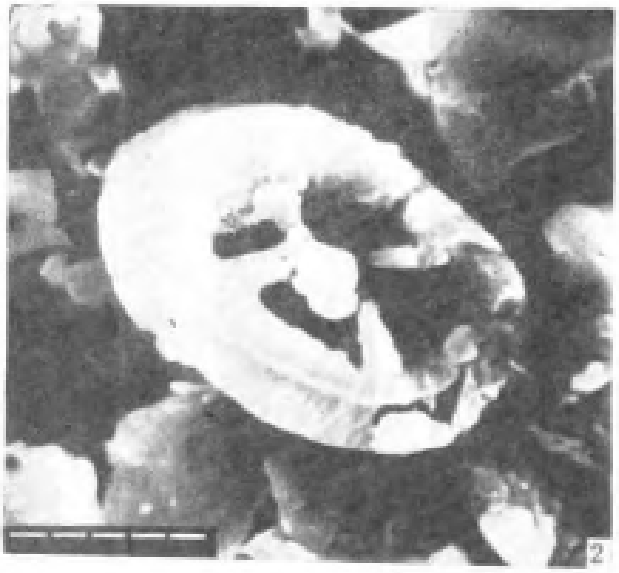
4

5


6

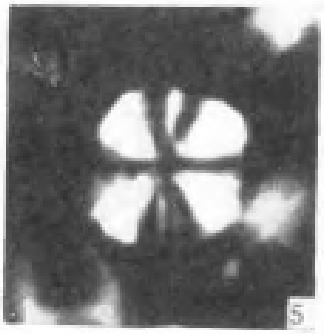

7

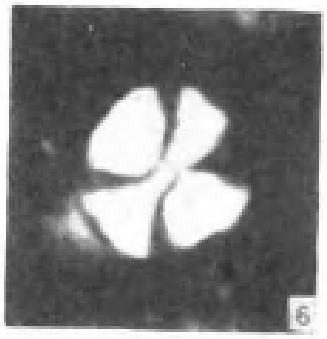

1

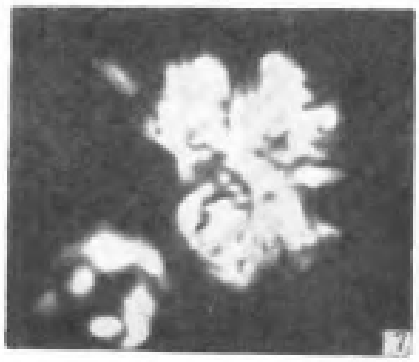

2

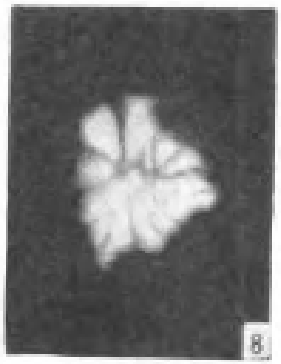
3

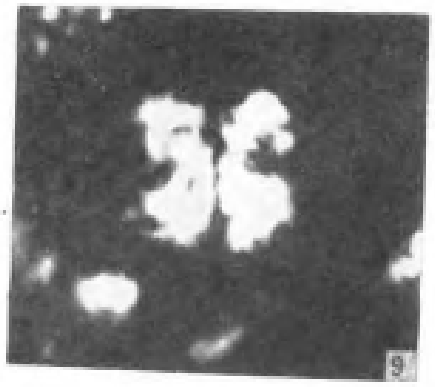
4

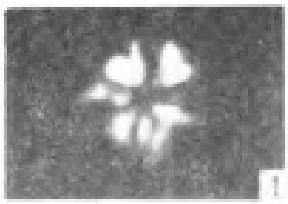

5

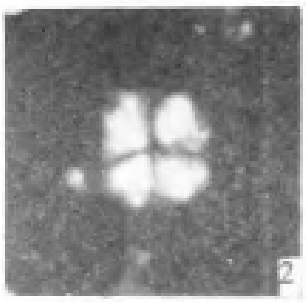

6


7

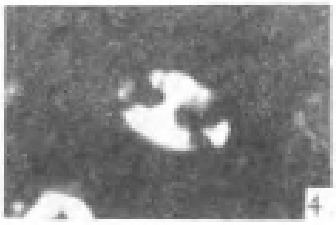

8


9

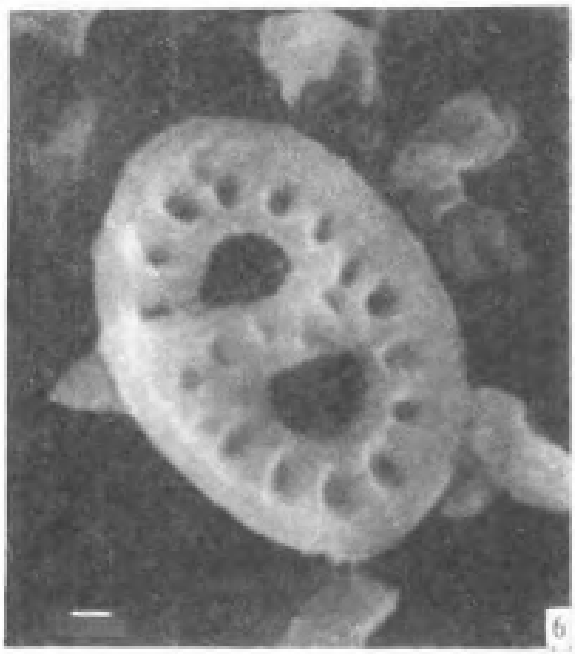

1


2

5


4

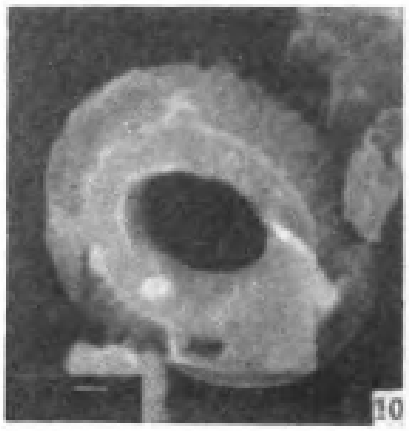
3


6

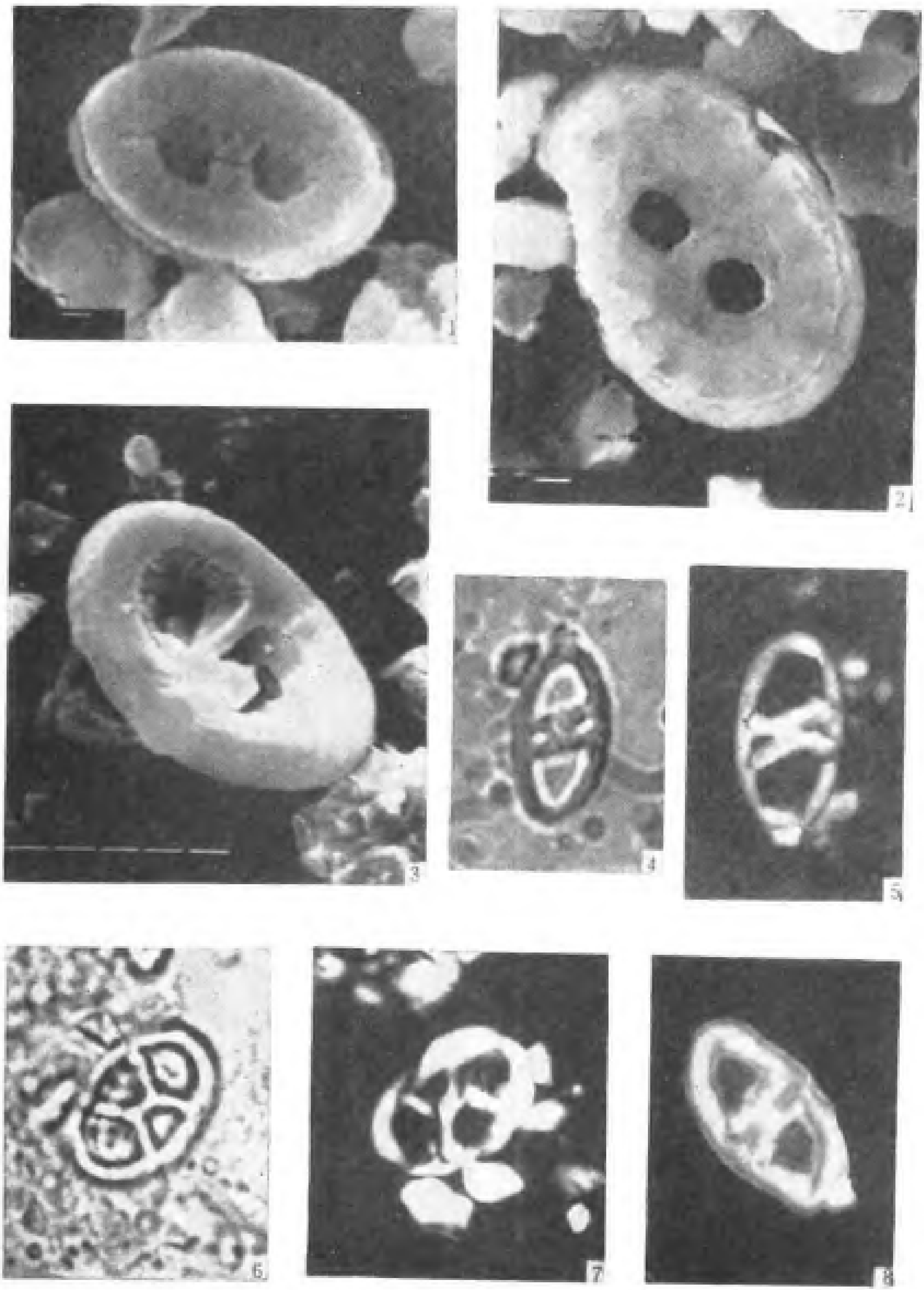
7

8

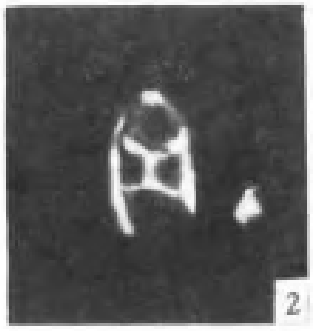
9

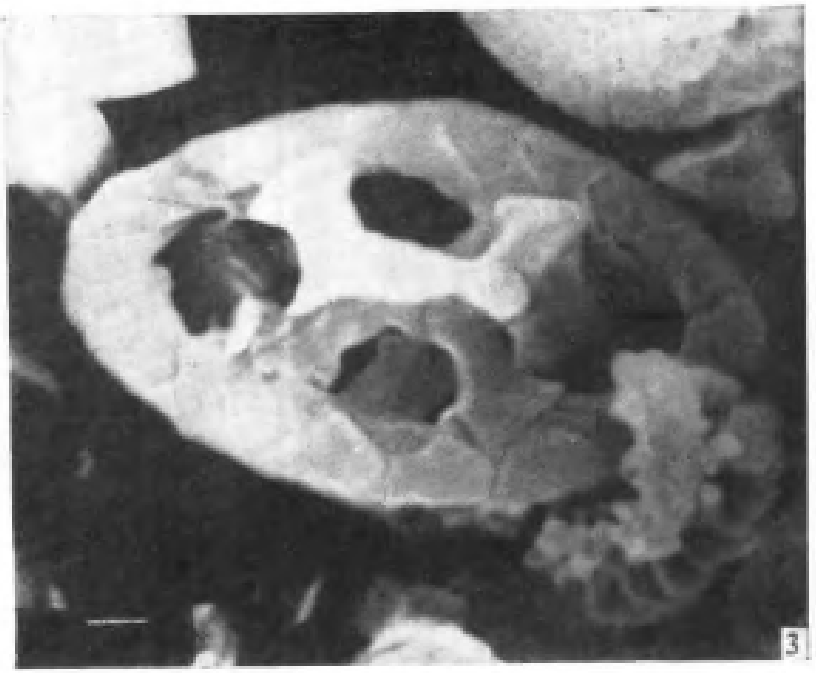

10

图版84



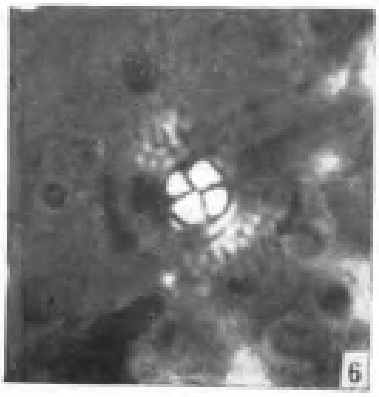
1

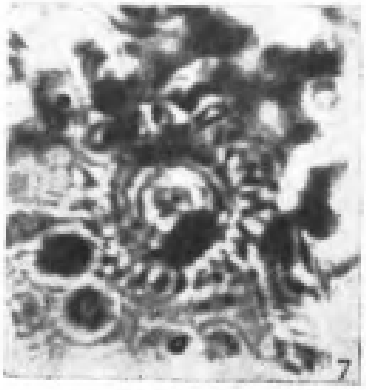

2


3

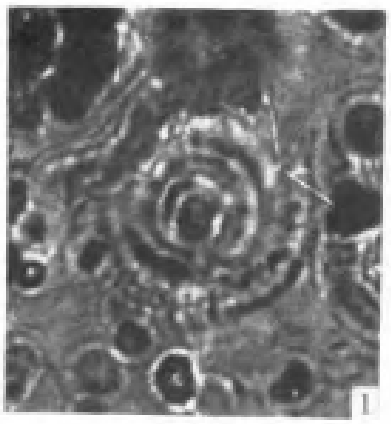
4

5

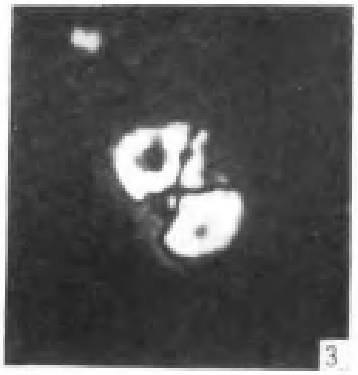

6

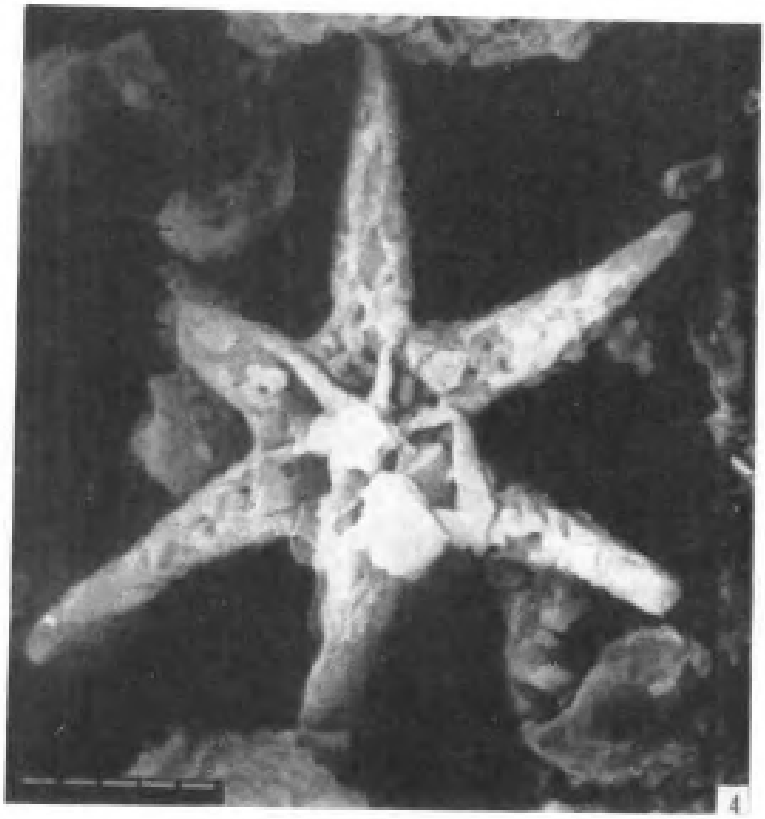

7

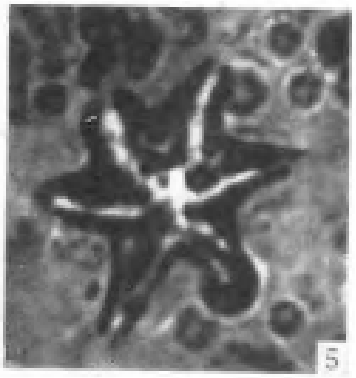
8


1

2

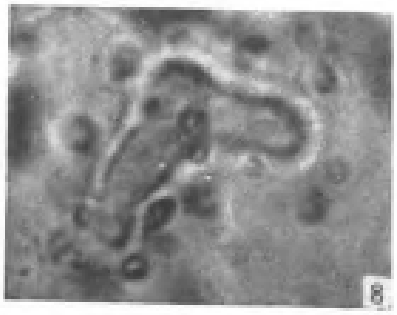

3


4

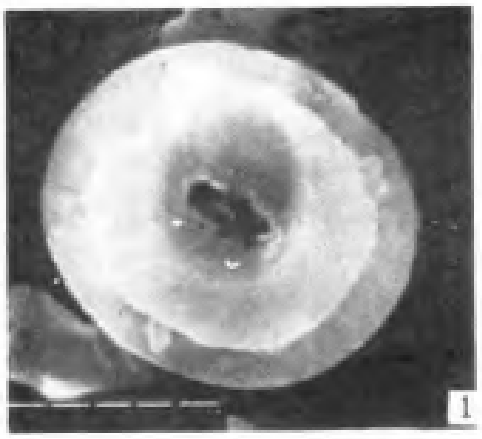

5

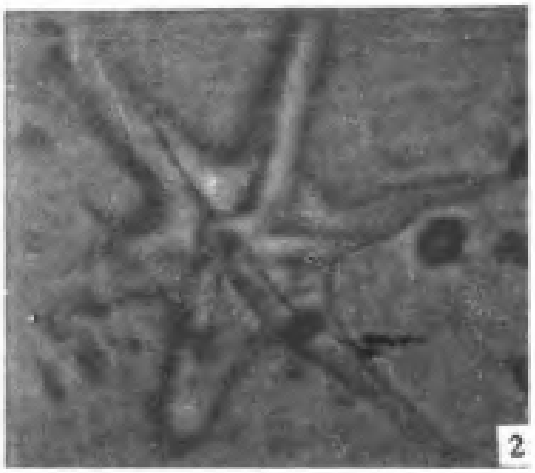
6

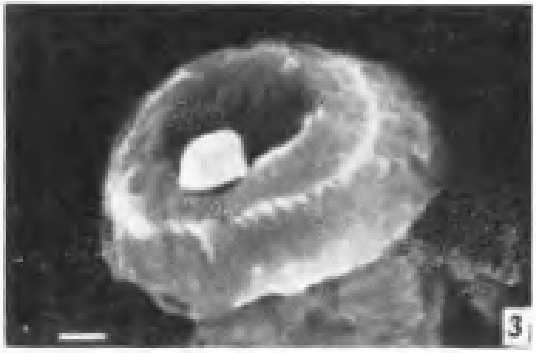
7


8

9


1


2

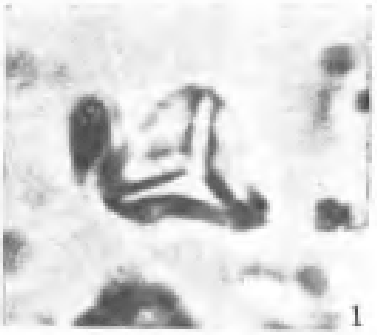

3

4

6

5

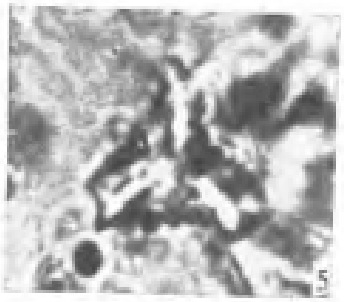
7


1

2

3

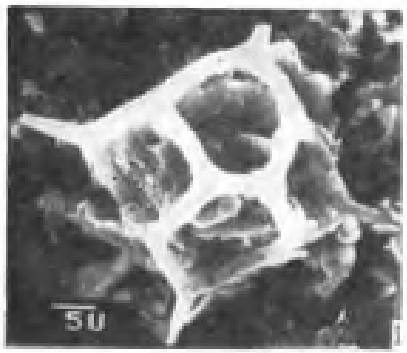
4

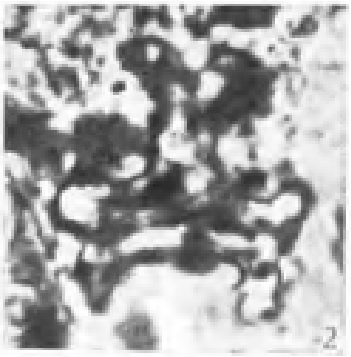

5

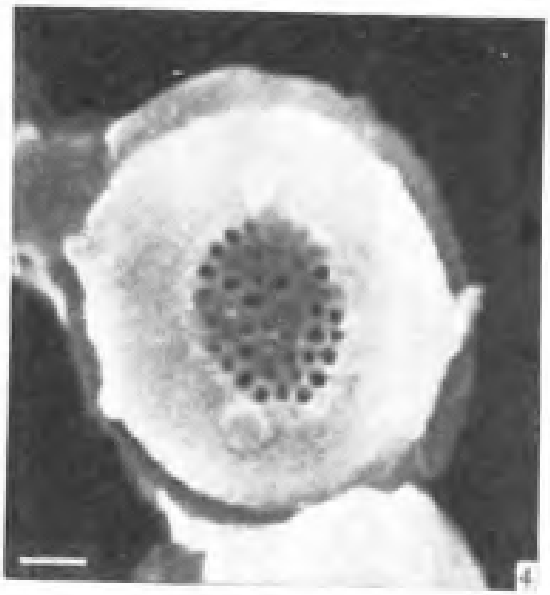
6

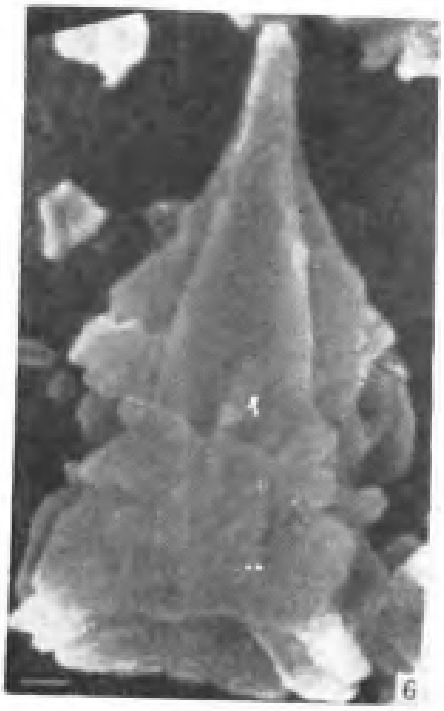
7

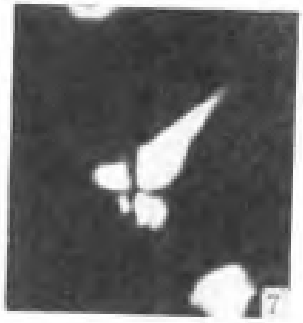
8

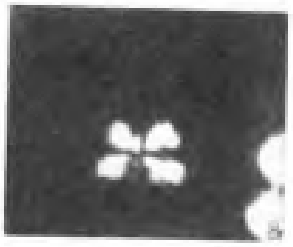

50

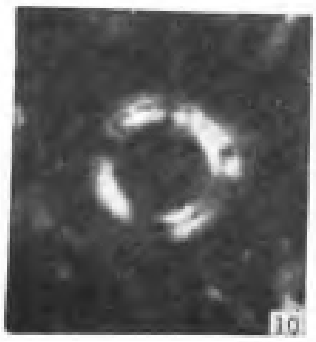


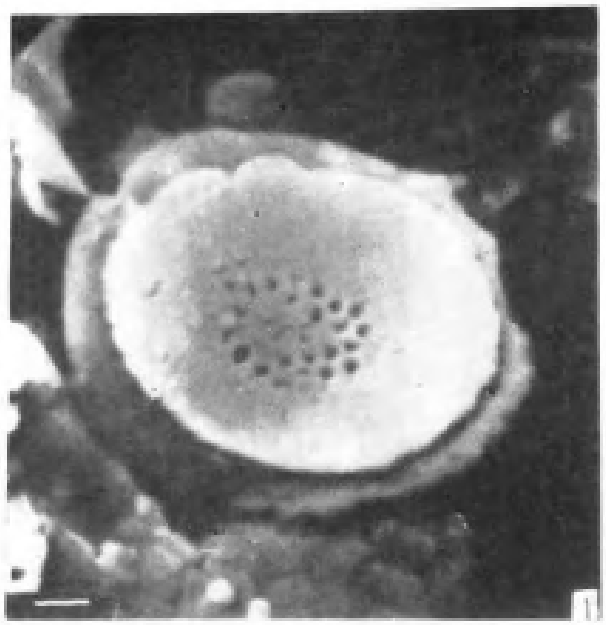


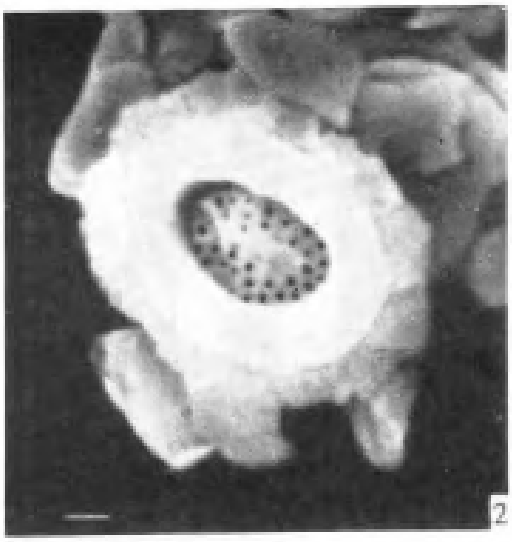


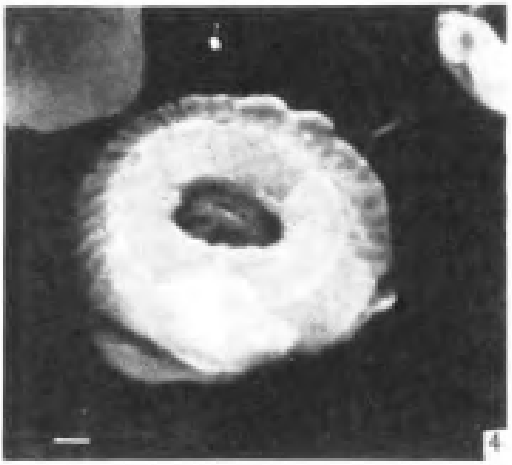


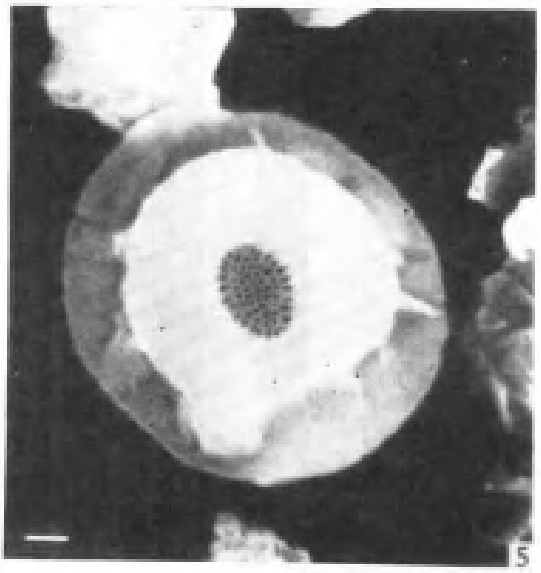


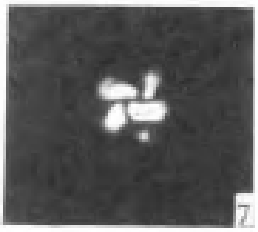


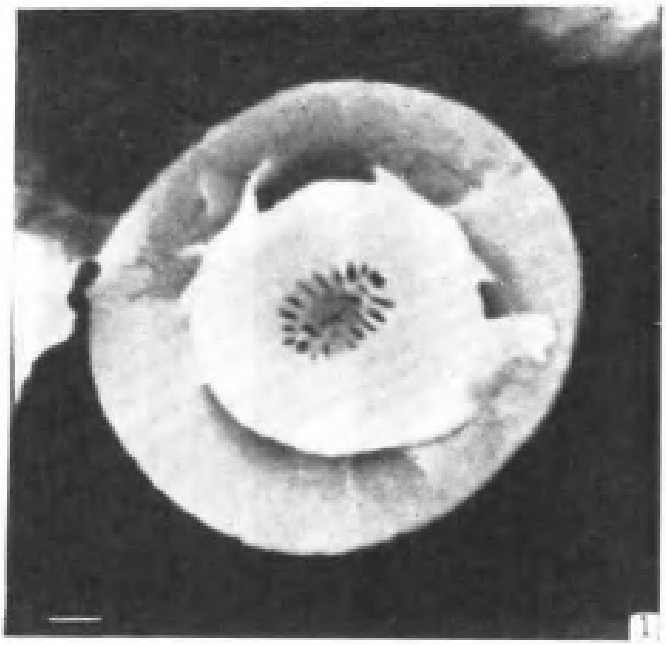




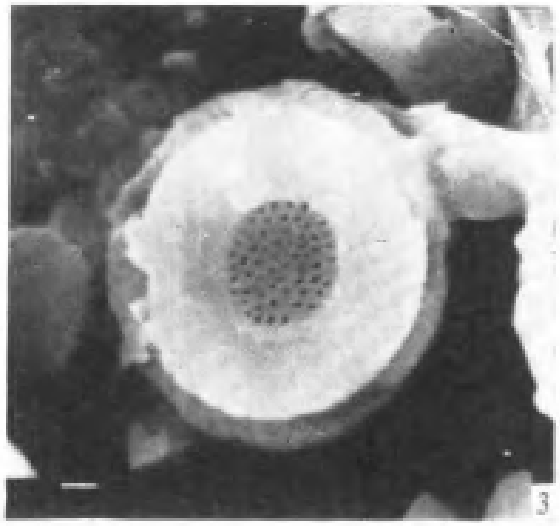


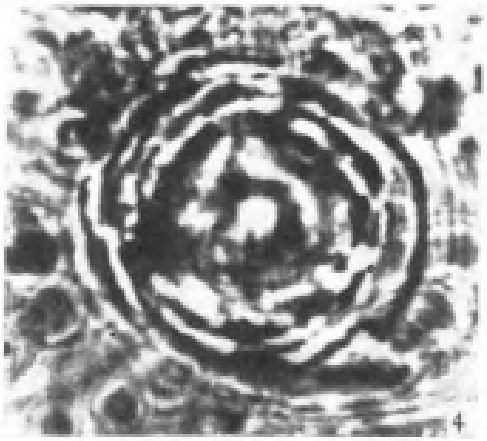


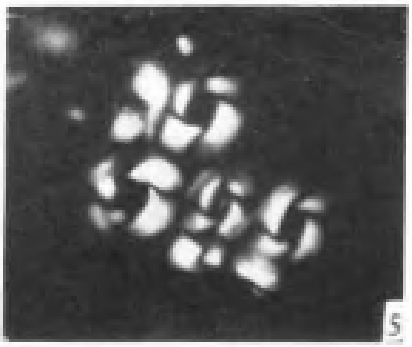


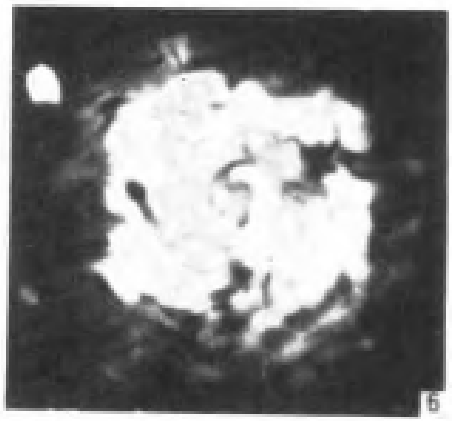

1

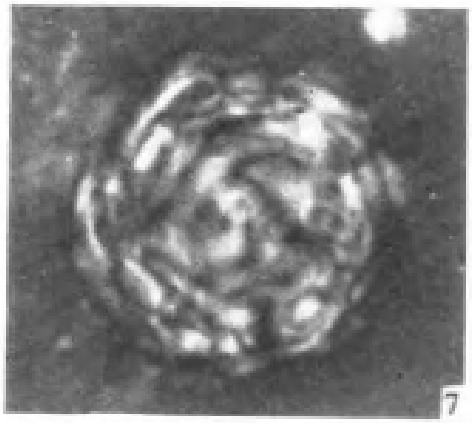
2

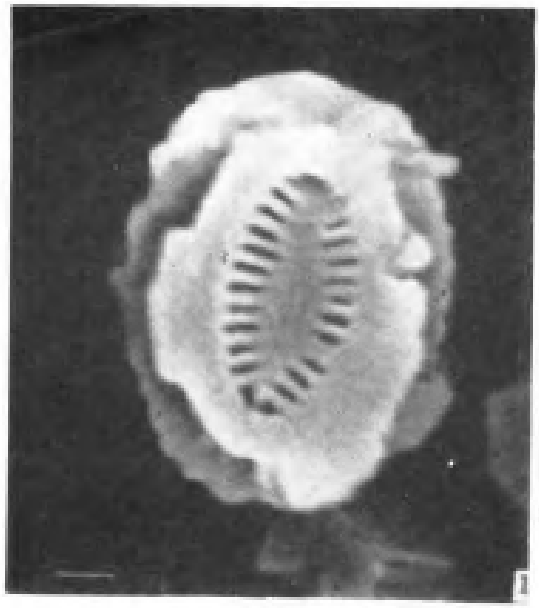

3

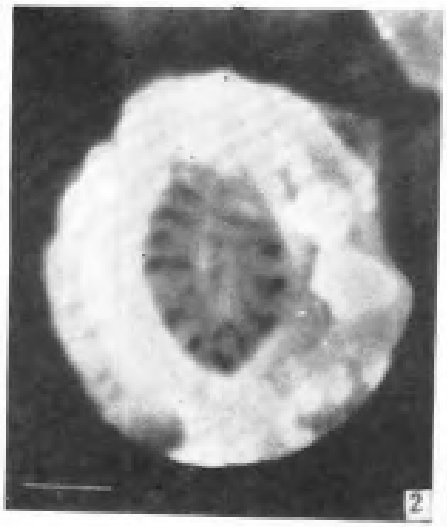

4


5

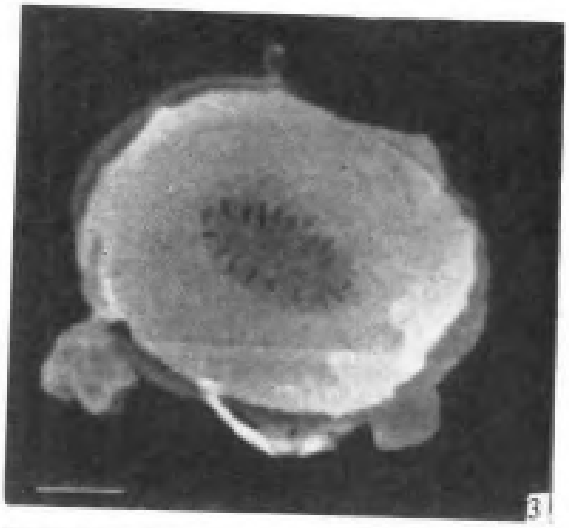

6


7

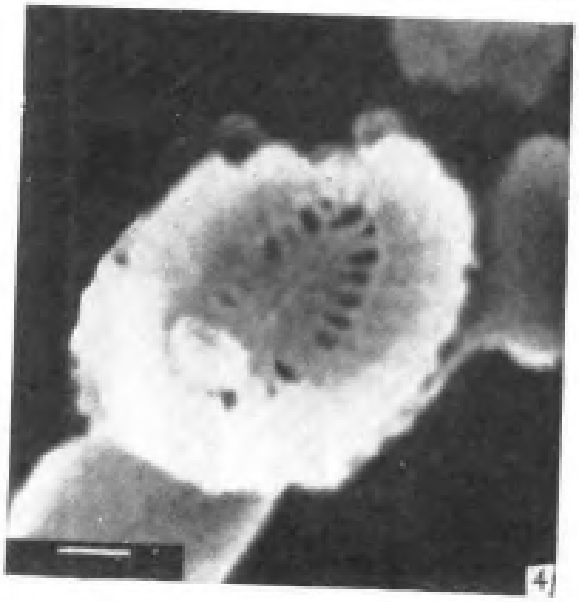

1

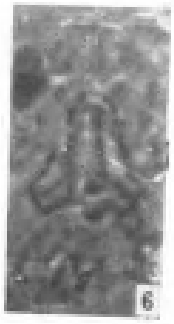

2

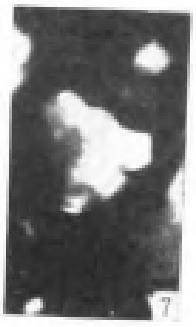
9


3

5

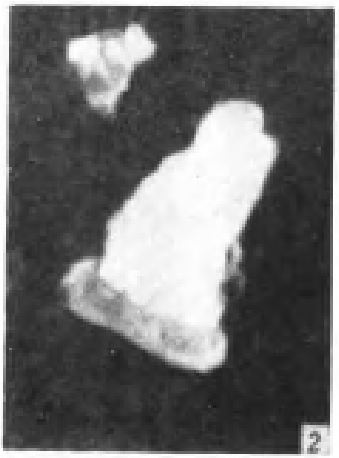

4

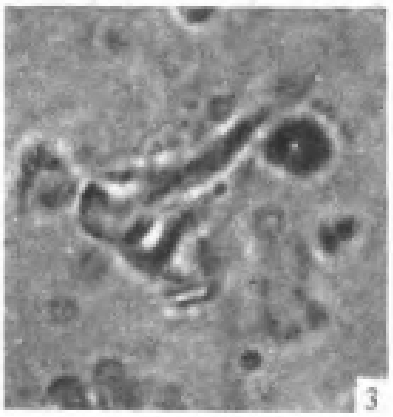

6

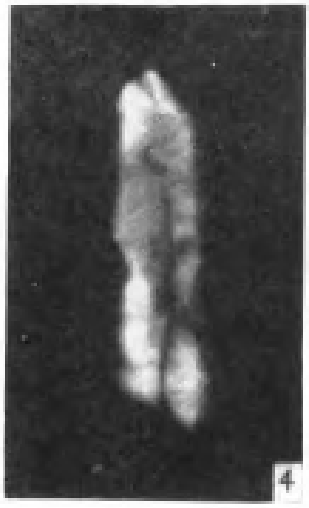

7

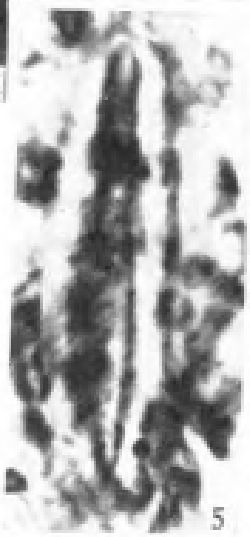
8

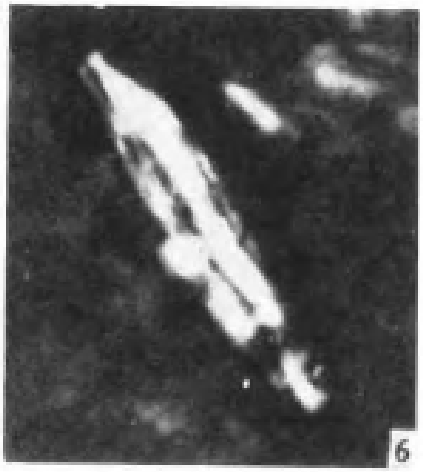
1


2


3

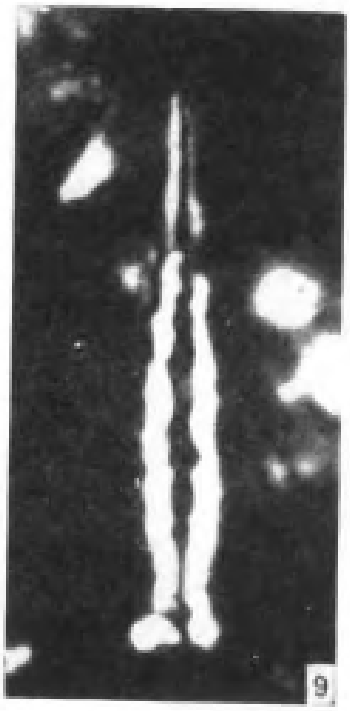

4

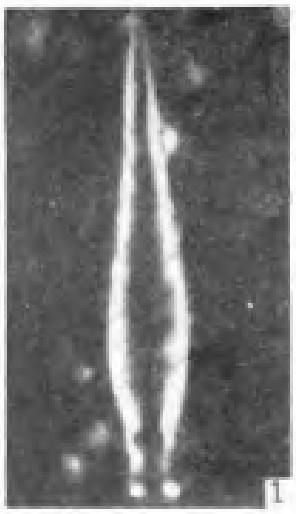

5


6

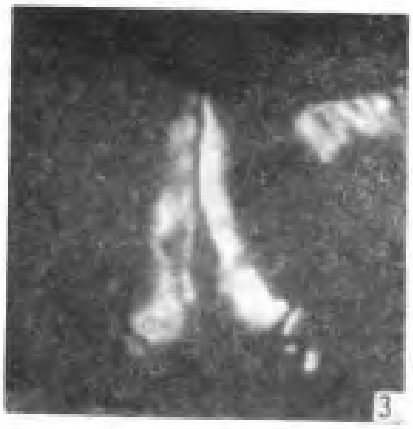
7

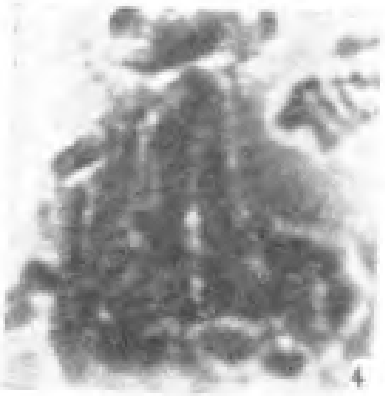
8

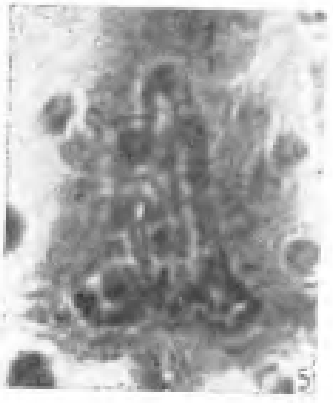

9


1

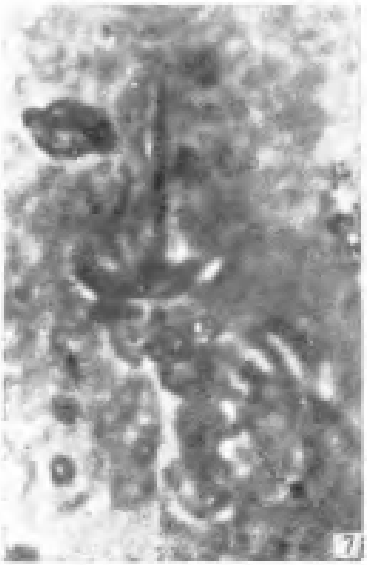
2


3


4

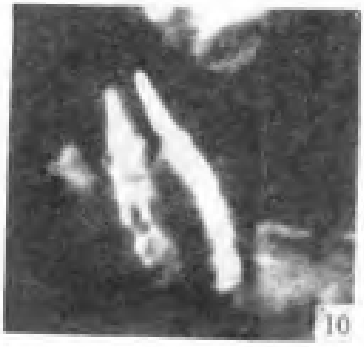

5

6

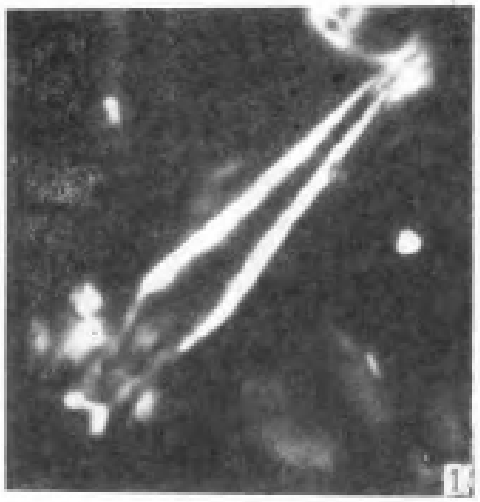

7

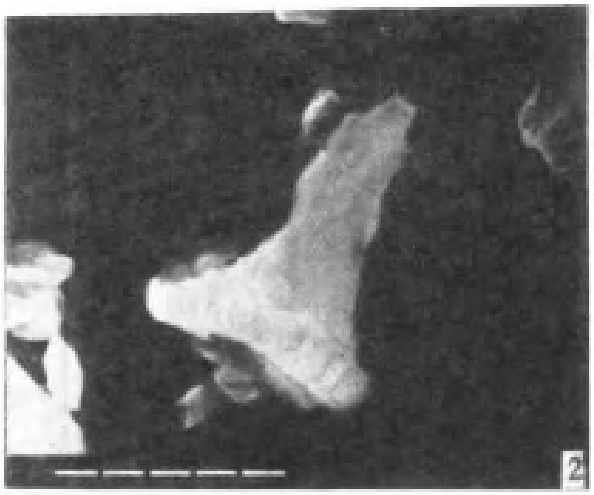
8

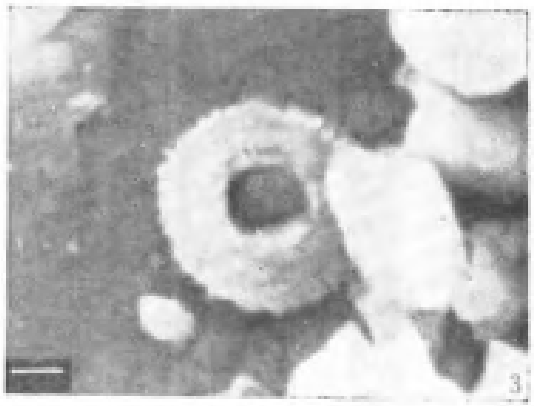
9

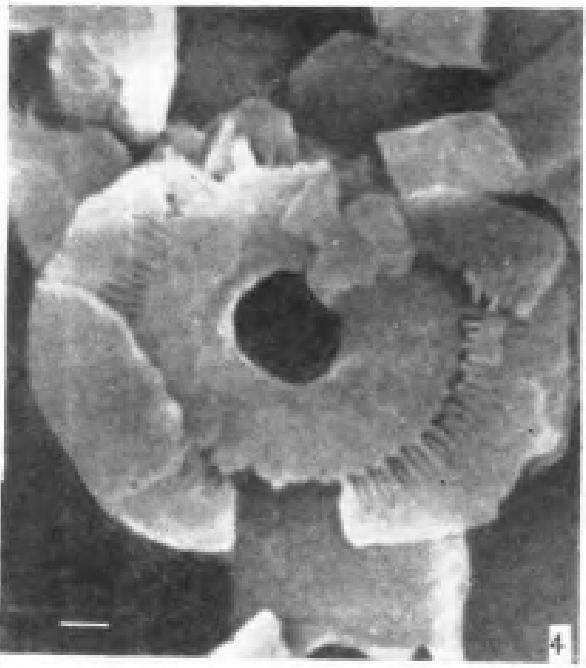

10

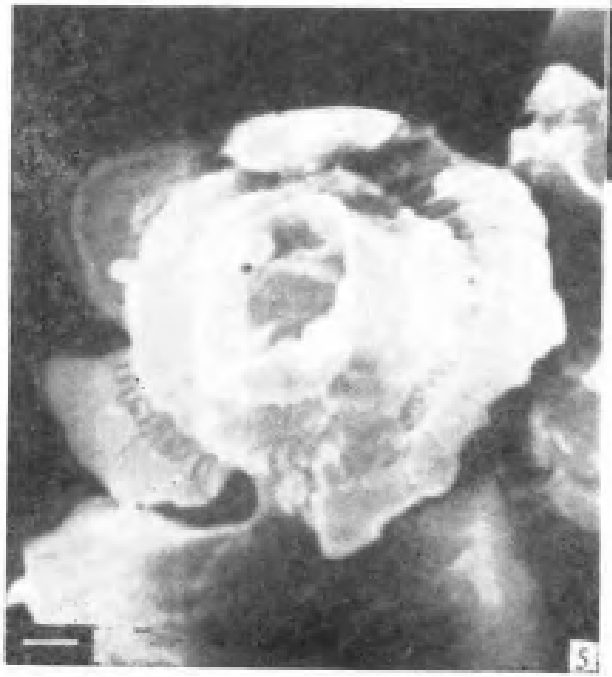
11

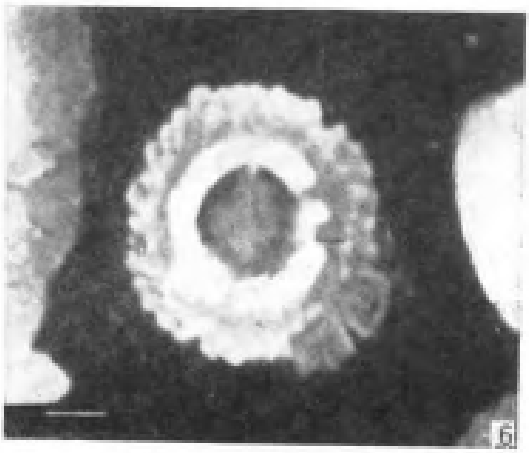


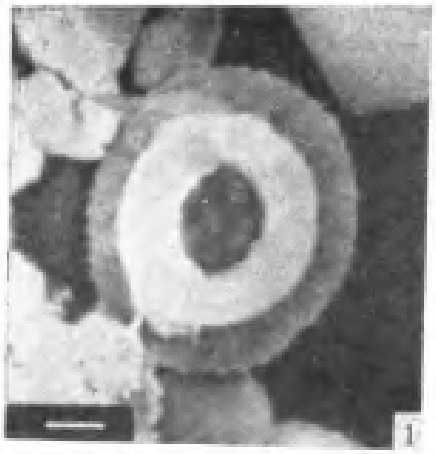


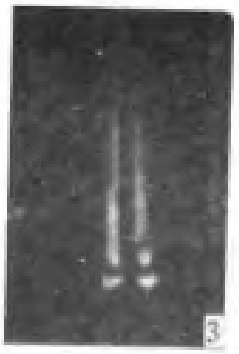


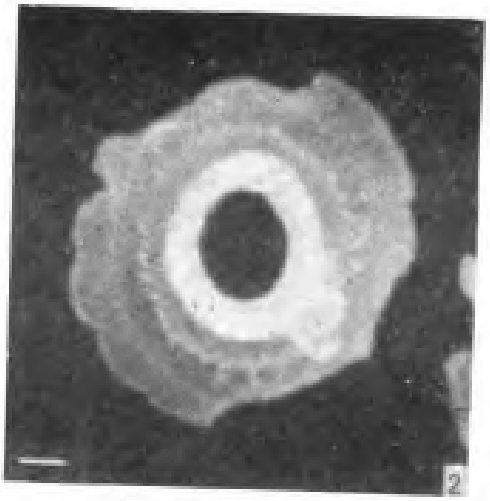


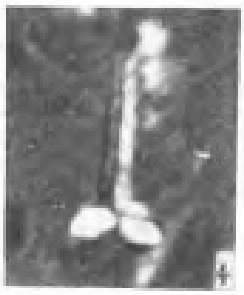


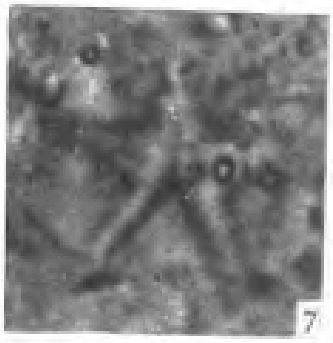


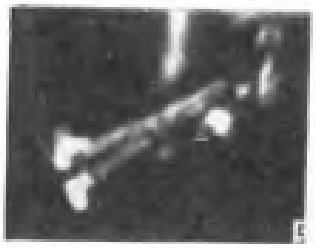

1

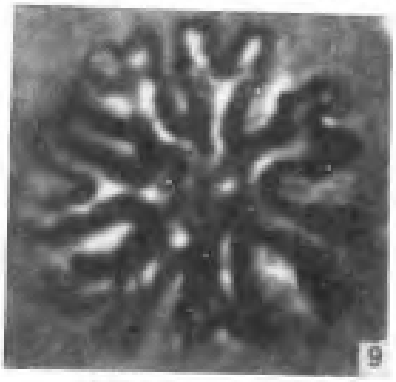

3

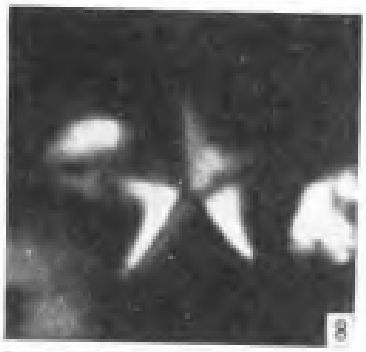

2

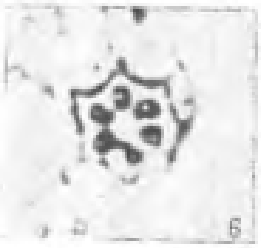

4

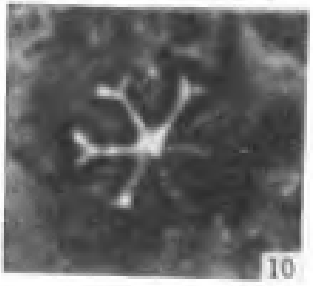

7


5

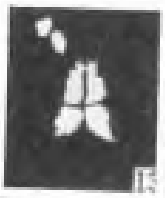

9

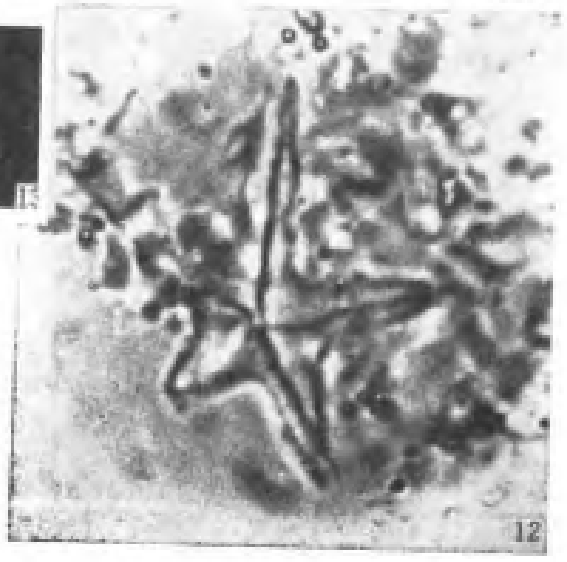

8

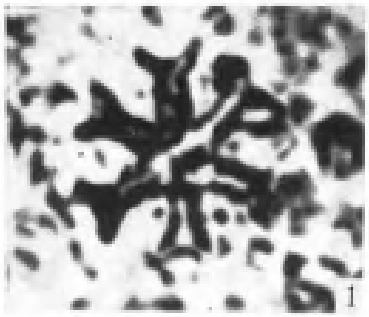

6

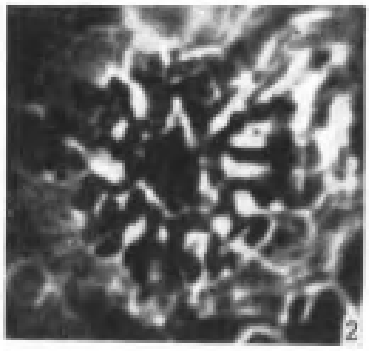

10

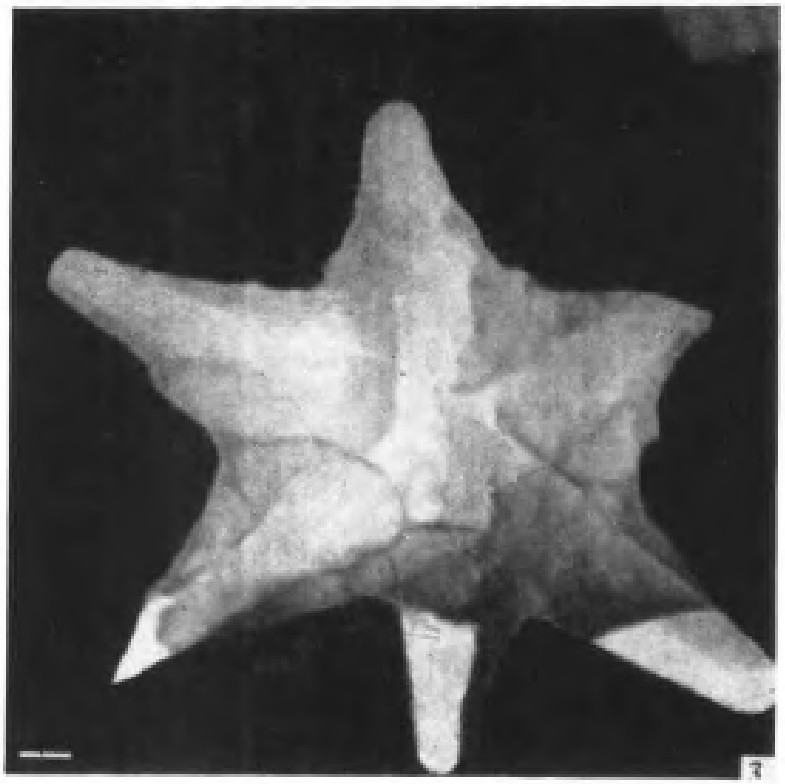
11


13


12

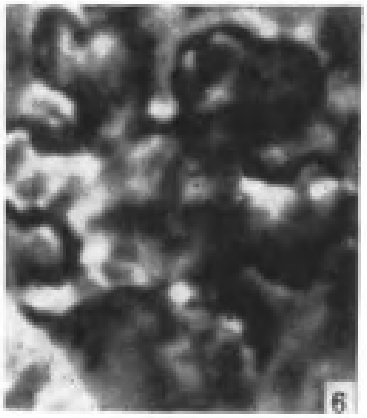

1

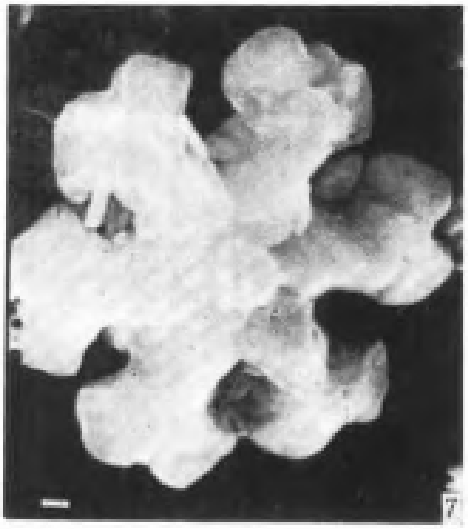

2

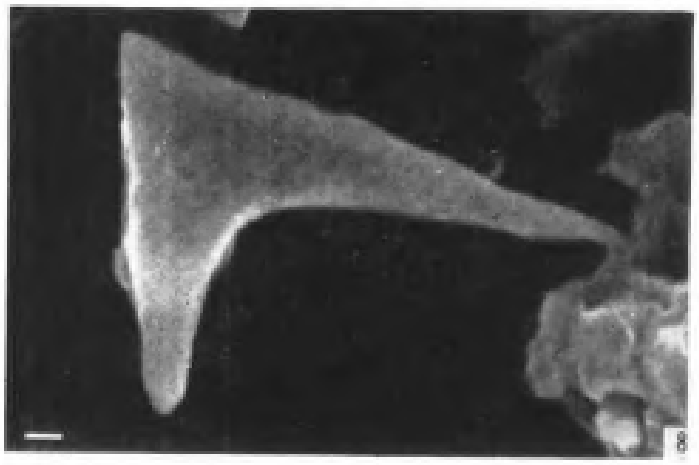

3

4

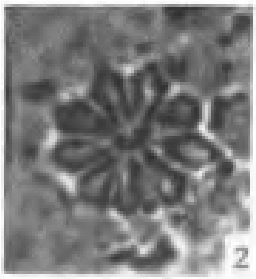
5


6

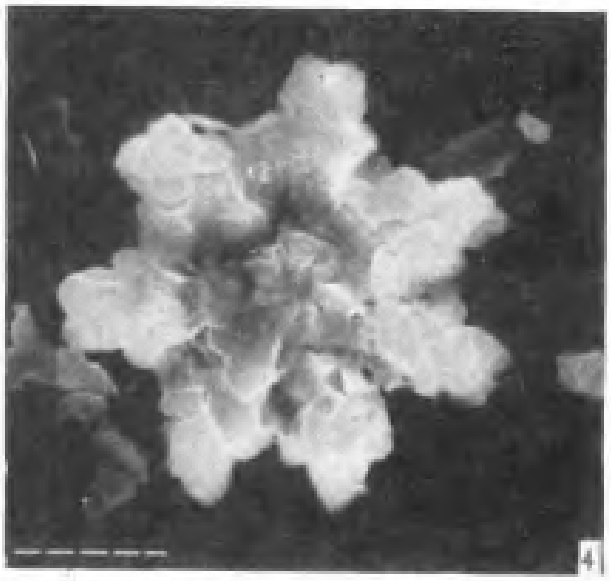

7

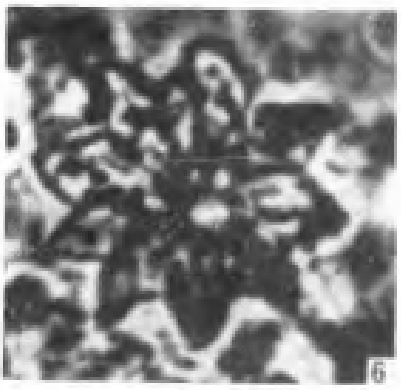

8

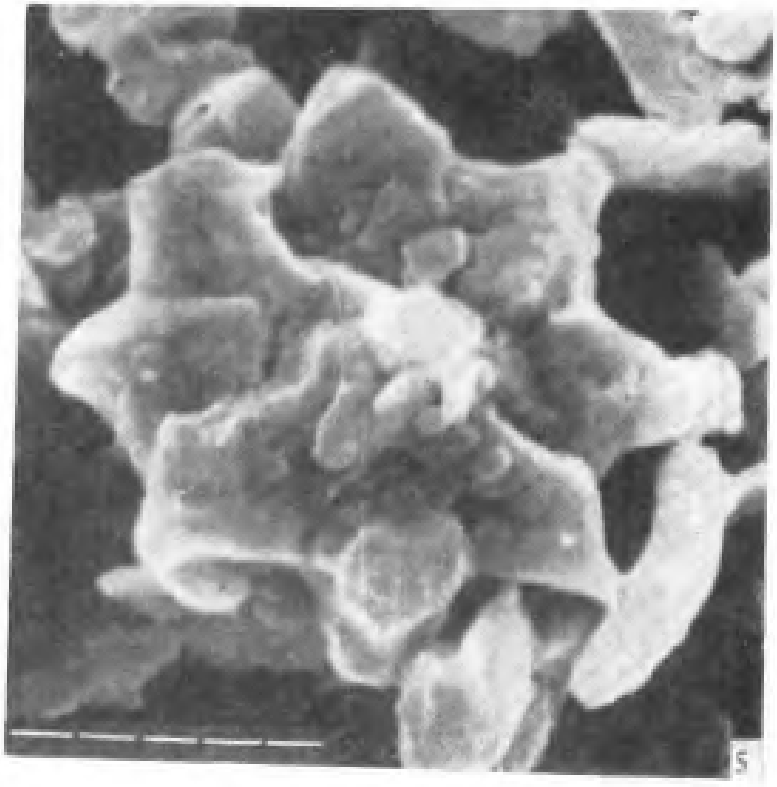
1

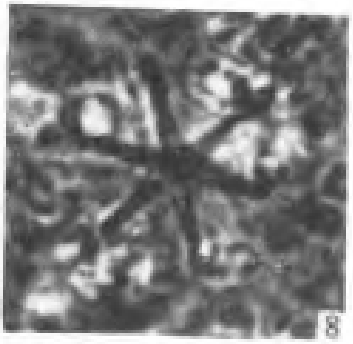

2

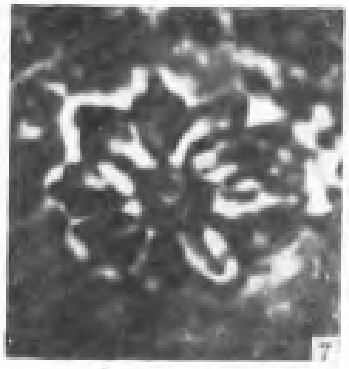
3

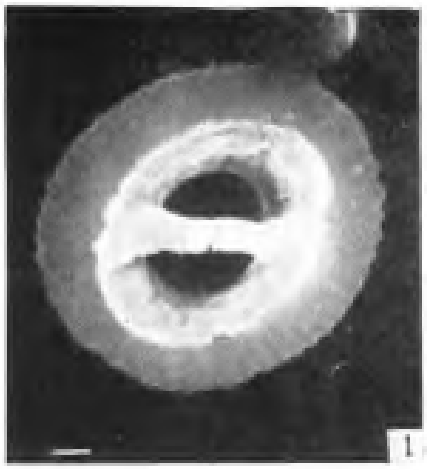

4

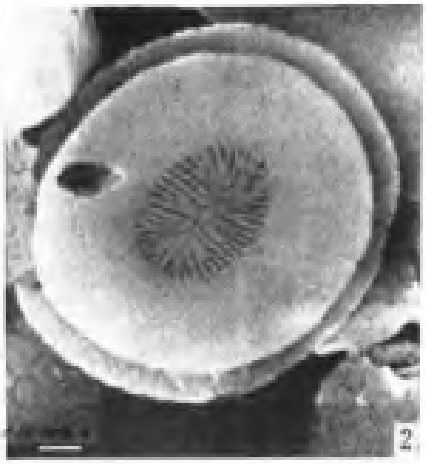

6


5

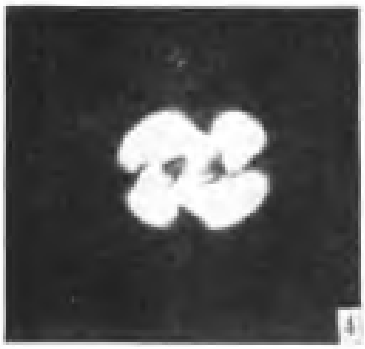

8

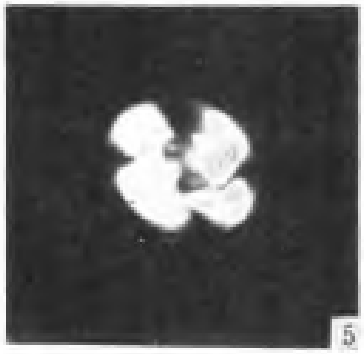

7

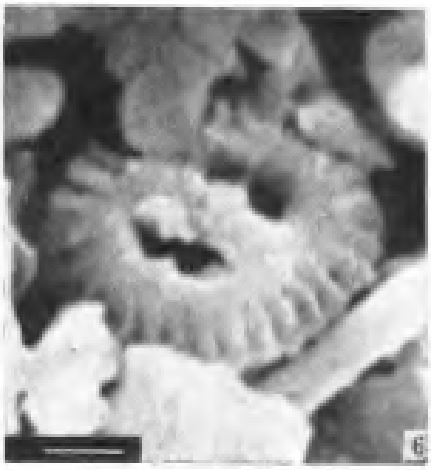

1

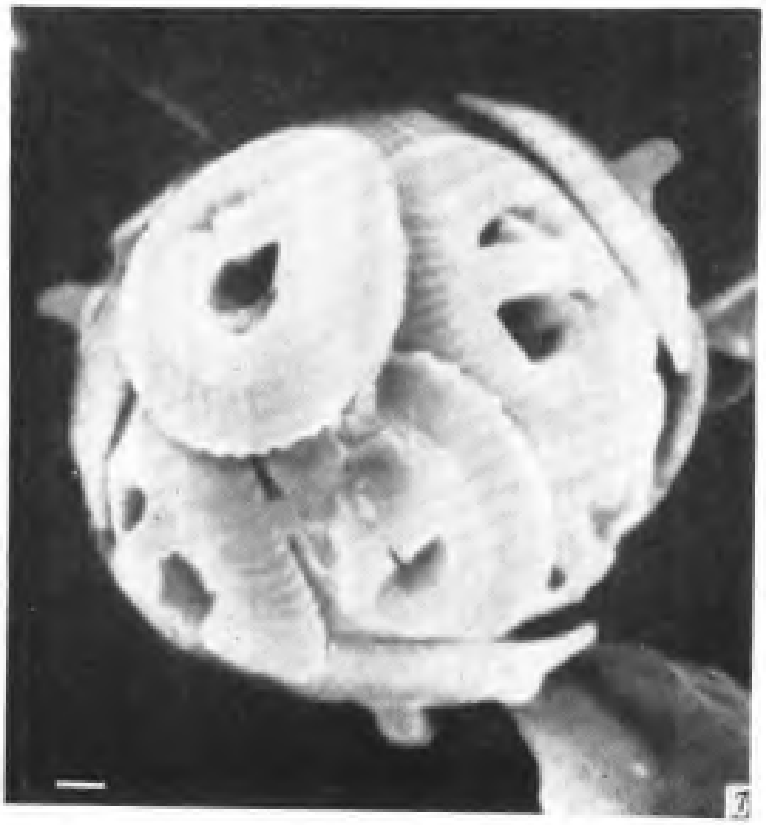

2

3

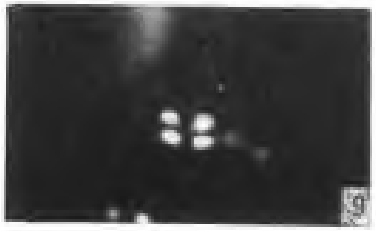

4

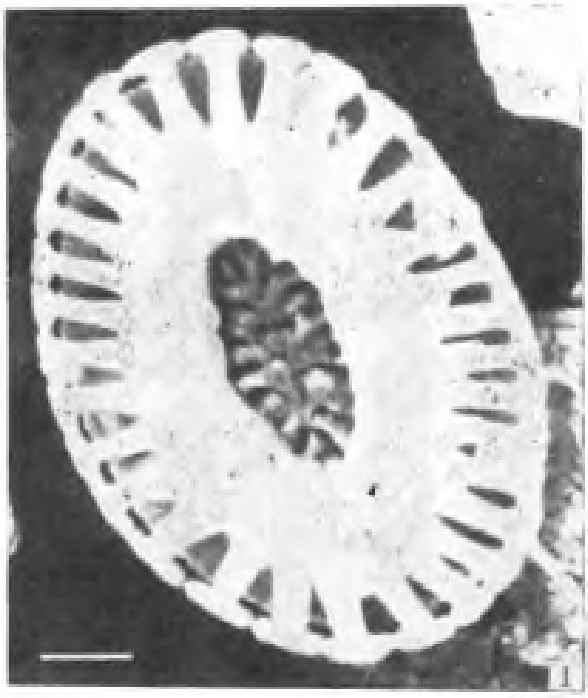

5

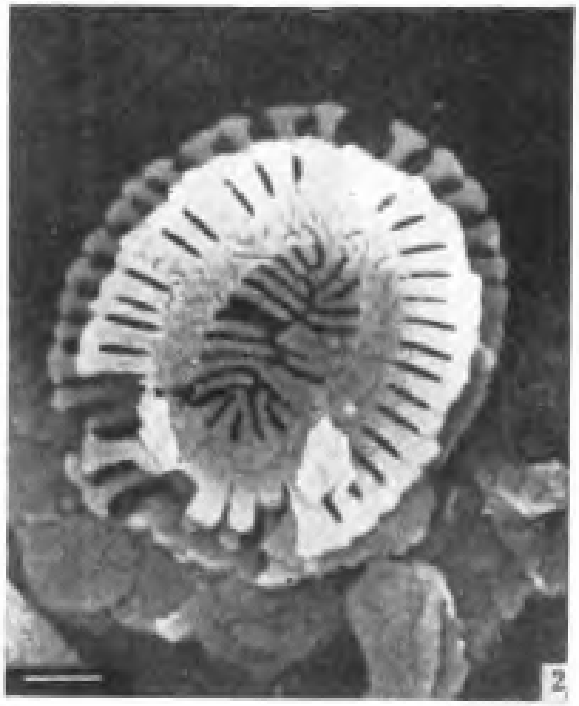

6

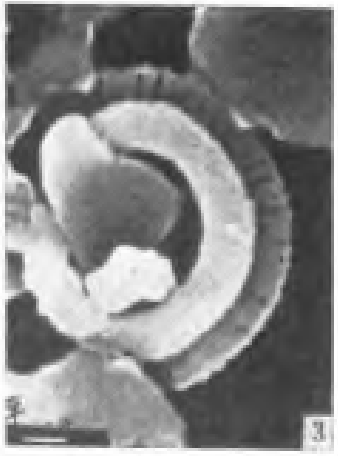

7

8


9

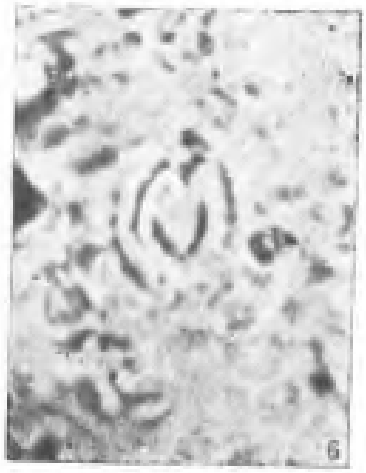

1


2

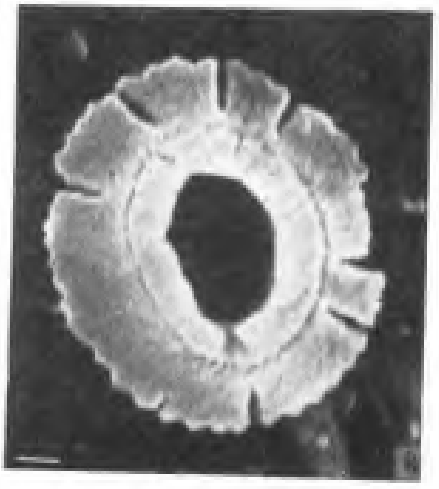

3

4

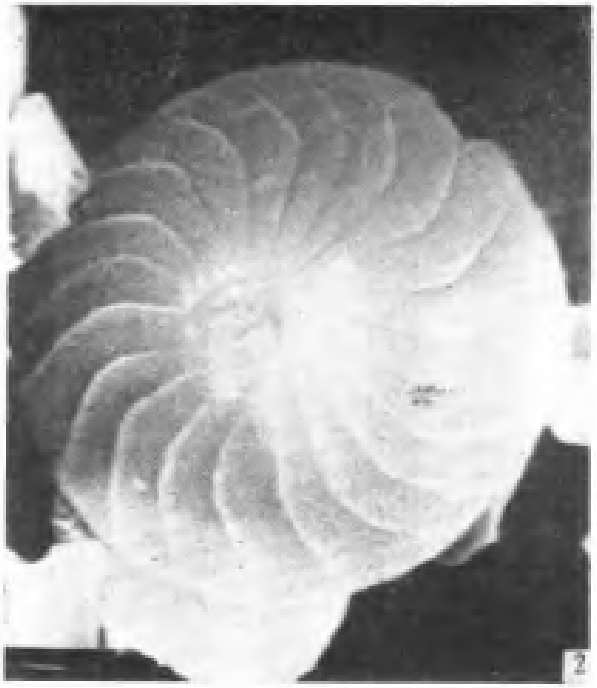
5

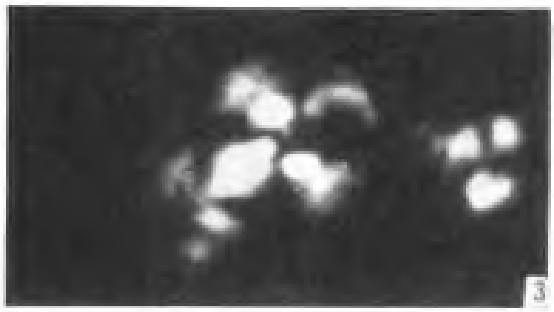

6

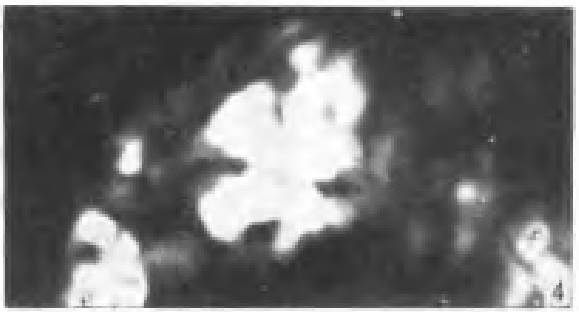
7


8

1

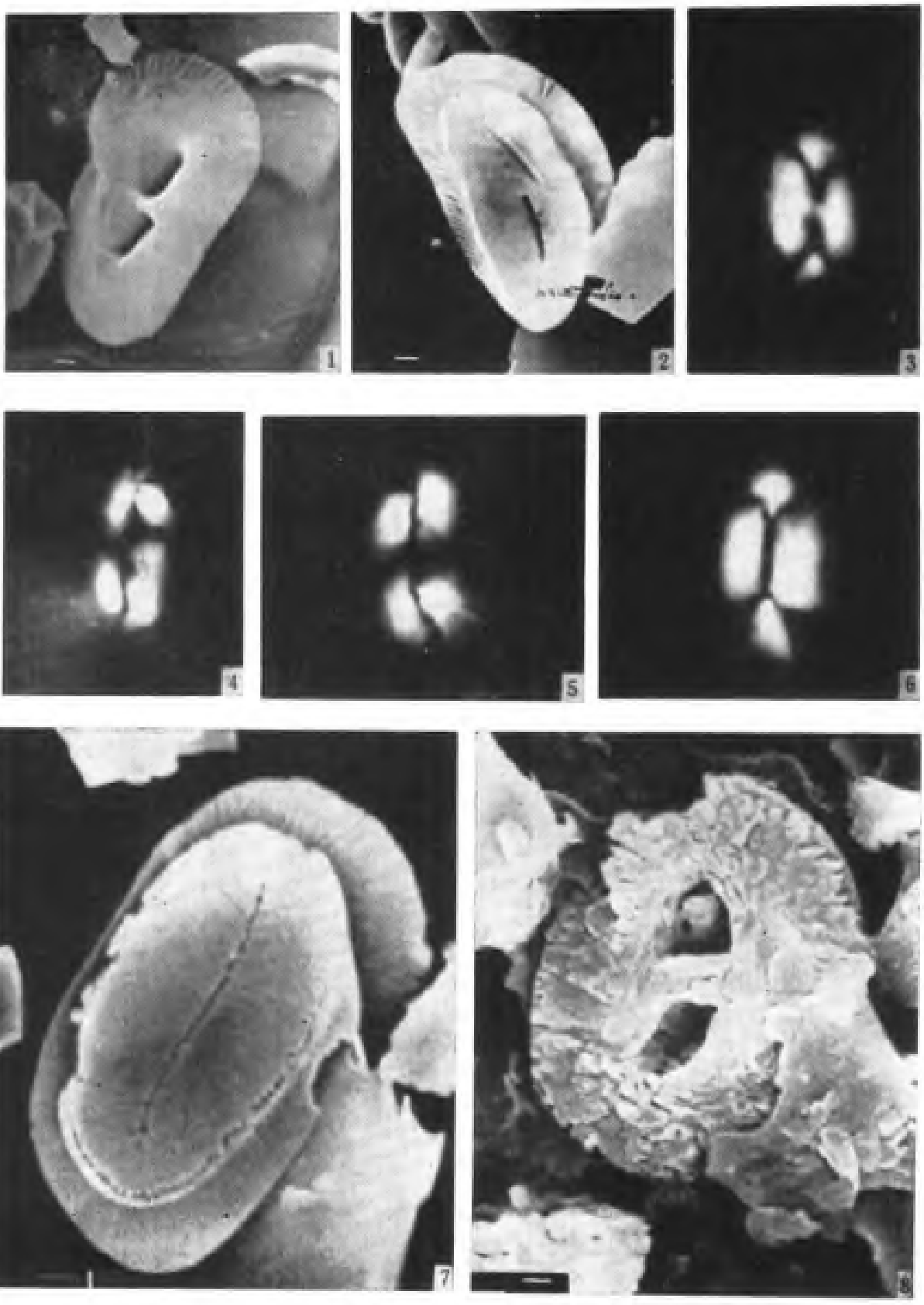

2

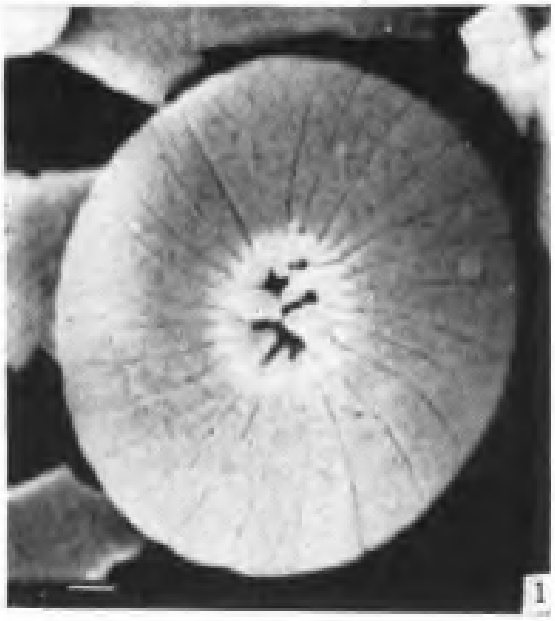

3


4

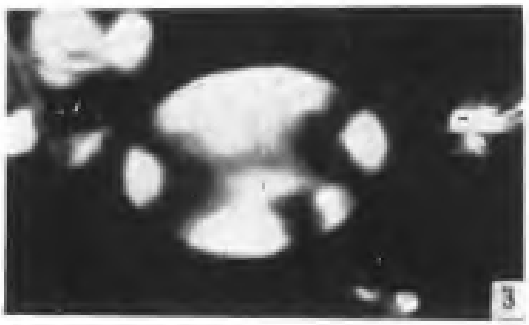
5

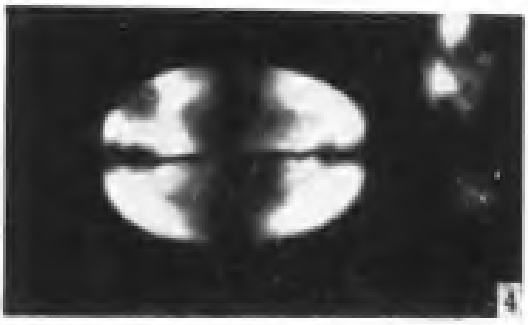
6




1

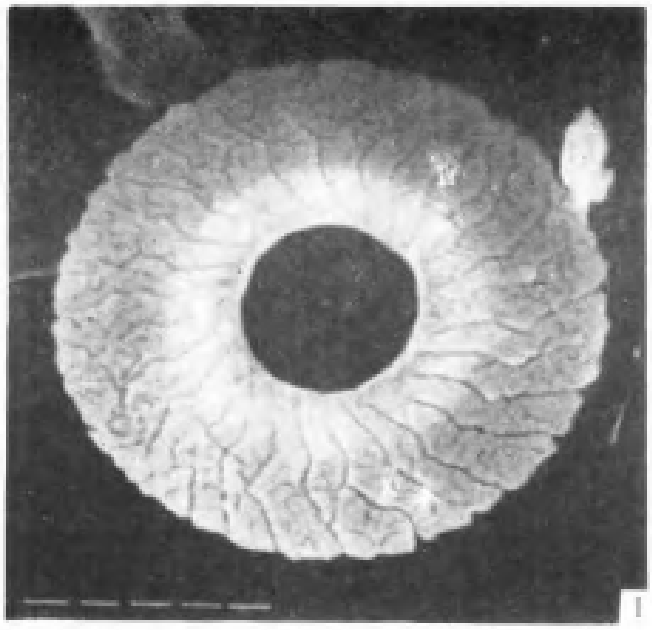
2

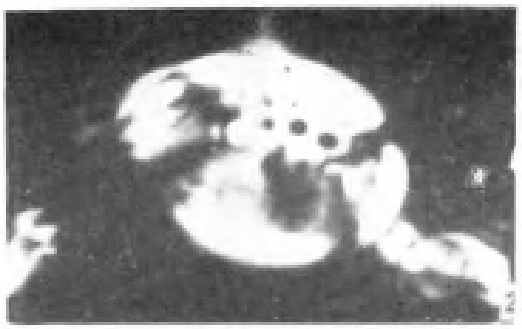

3

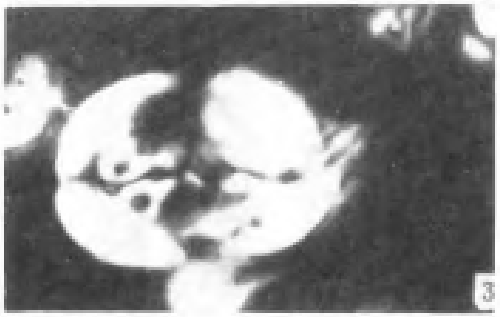

4

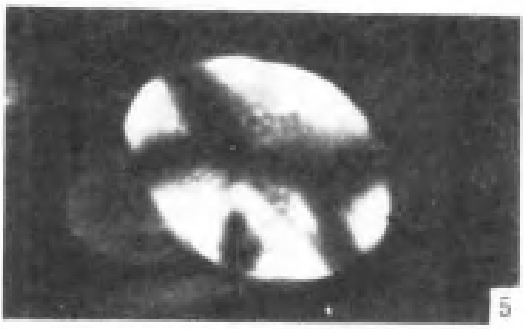
5

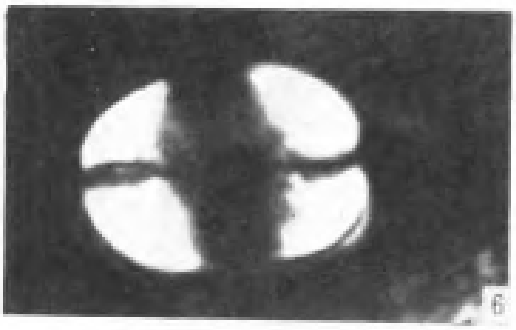
6

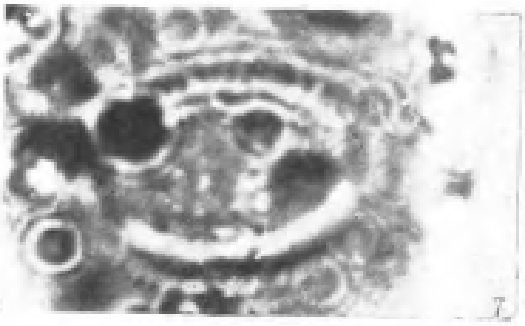


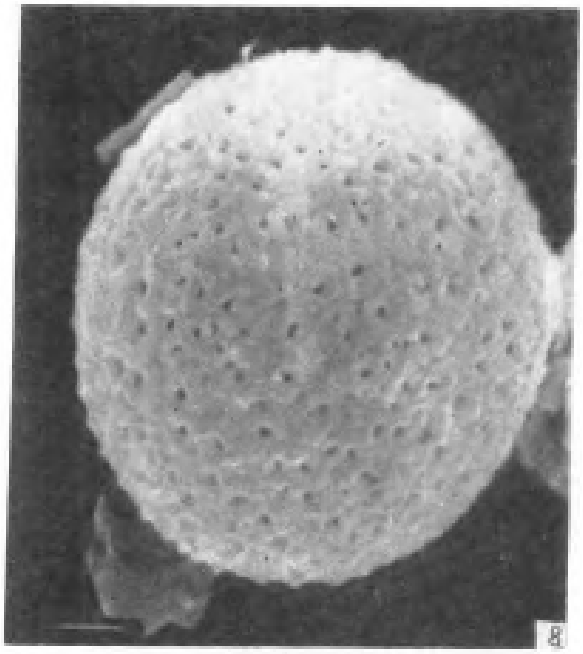


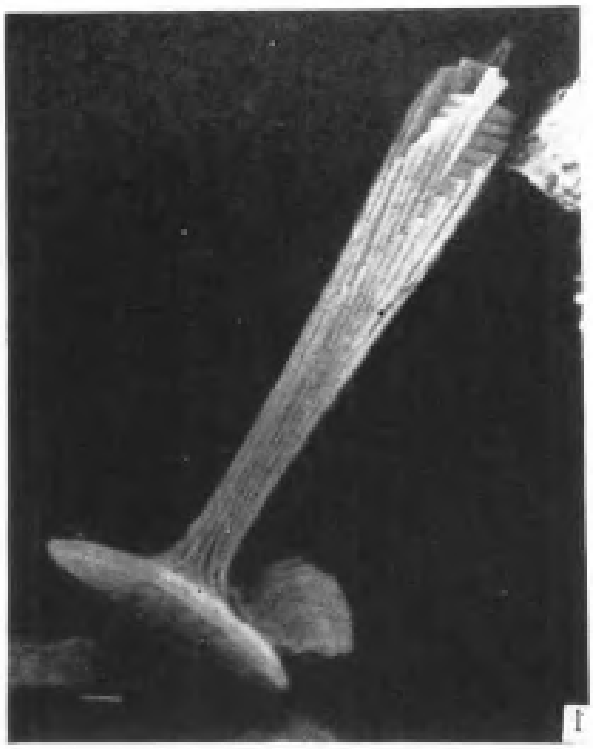




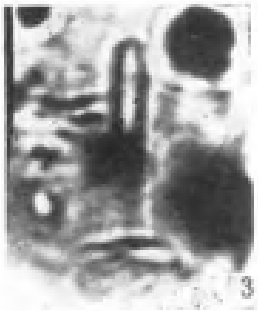


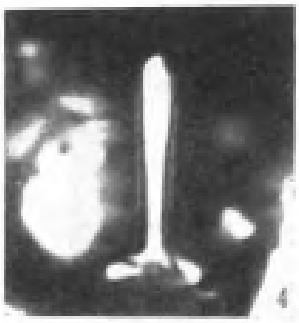


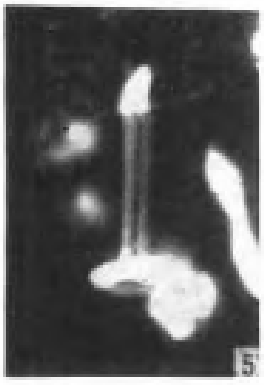


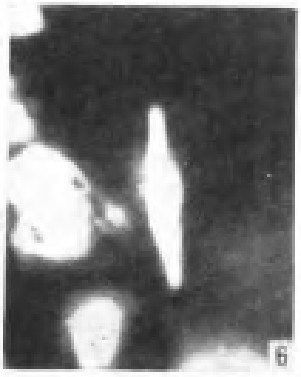

1

2


3

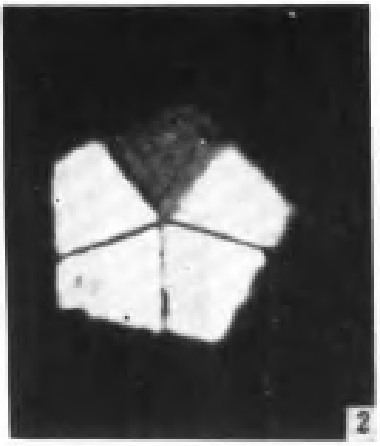

4

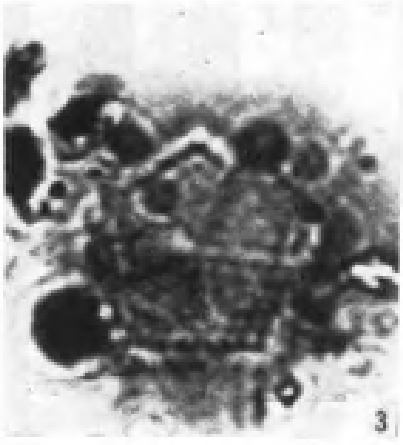

5

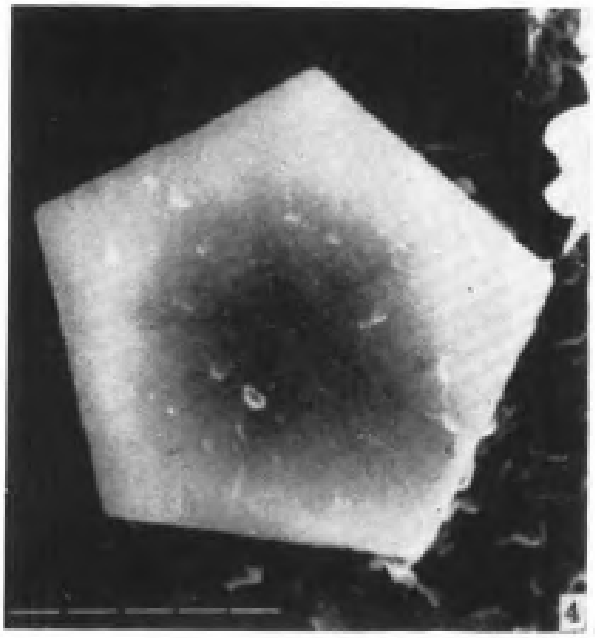

6

7

1


2


3


4

5

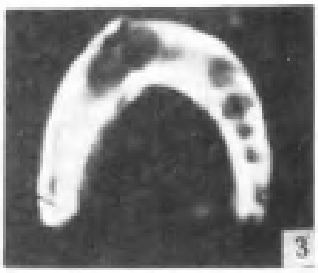
6

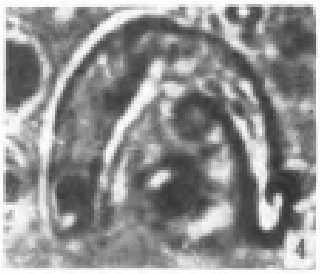
7

8

1

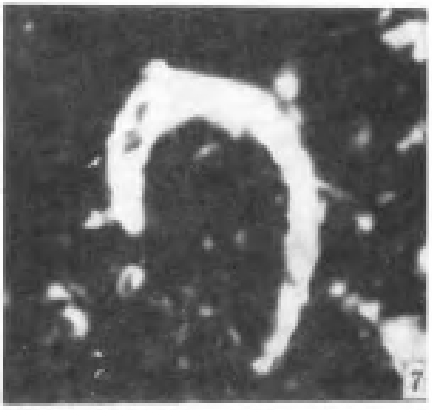
2

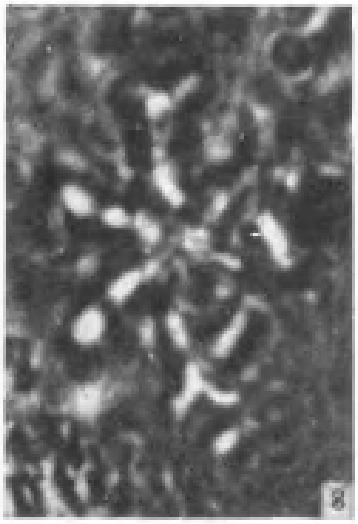

3


4

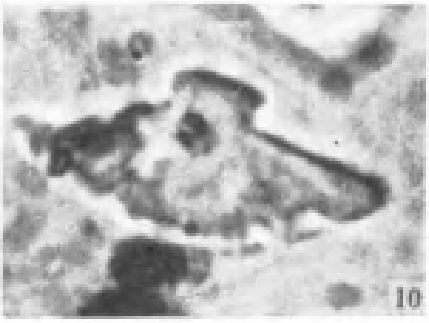
5

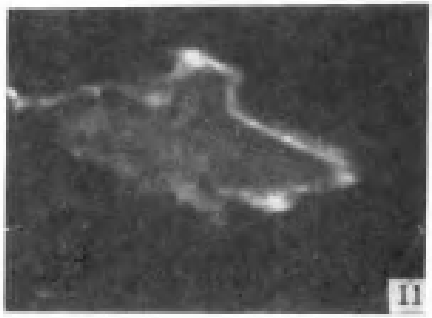
6


7


8

9


10


11